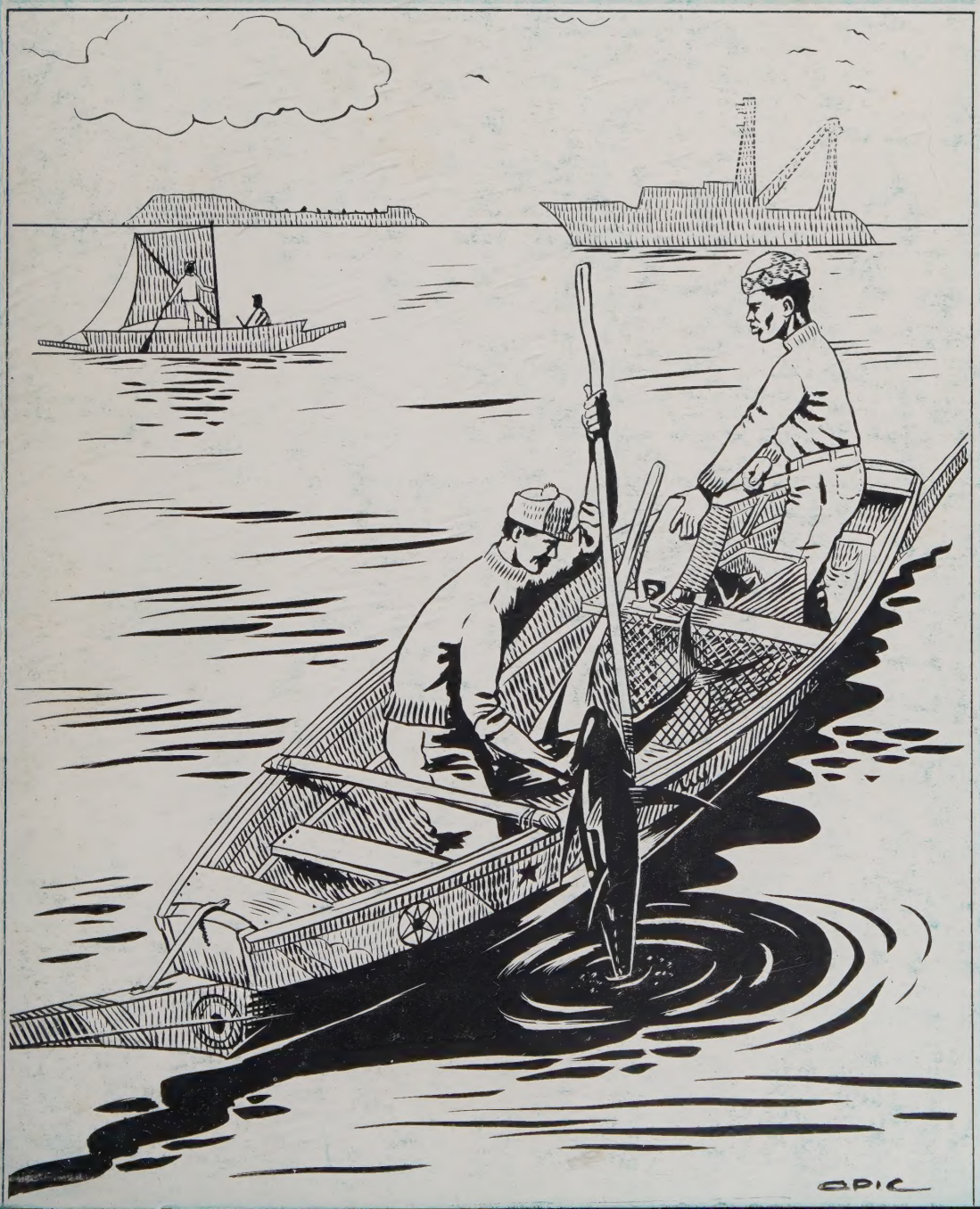
Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

292



ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE

NMFS Honolulu Library
00000000005363

Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est

Edité par
A. Fonteneau
ORSTOM
Centre de recherches océanographiques
Dakar, Sénégal
et
J. Marcille
Division des ressources halieutiques et de l'environnement
Département des pêches
FAO, Rome

FAO DOCUMENT TECHNIQUE SUR LES PÊCHES

292

Institut sénégalais de recherches agricoles

Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

Comité des pêches pour l'Atlantique Centre-Est

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1988

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-43
ISBN 92-5-202652-5

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1988

PREPARATION DU DOCUMENT

Le Département des Pêches de la FAO a entrepris un effort de synthèse sur les ressources et pêcheries thonières dans le monde. Ce document préparé par les équipes scientifiques de l'Institut Français de Recherche Scientifique en Coopération (ORSTOM), du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan et du Fisheries Research Unit de Tema, au cours des années 1985 à 1987, a pour but de faire le point des connaissances actuelles sur la pêche et la biologie des thonidés tropicaux dans l'Atlantique centre-est.

Il concerne donc une pêcherie très importante développée depuis plus de trente ans, par laquelle les informations disponibles sont très nombreuses mais nécessitaient d'être présentées sous une forme synthétique. Il est destiné aux jeunes chercheurs des pays riverains mais aussi aux responsables des pêches de ces pays afin qu'ils aient une vue globale des pêcheries existantes, des ressources disponibles, de la biologie des principales espèces exploitées et, des méthodes actuellement développées pour estimer l'état des stocks.

Ont collaboré à cet ouvrage les auteurs suivants (par ordre alphabétique):

- J.B. Amon Kothias, Centre de Recherches Océanographiques
  B.P. V-18, Abidjan, Côte d'Ivoire

- F.X. Bard, (ORSTOM) Centre de Recherches Océanographiques
  B.P. V-18, Abidjan, Côte d'Ivoire

- P. Cayre, ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10, France

- T. Diouf, Centre de Recherches Océanographiques,
  B.P. 2241, Dakar, Sénégal

- A. Fonteneau, (ORSTOM) Centre de Recherches Océanographiques,
  B.P. 2241, Dakar, Sénégal

- T. Gouriou, ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10, France

- J. Marcille, FAO (FIRM) - Viale delle Terme di Caracalla,
  00100 Rome, Italie.- (*) Adresse actuelle : P.T. MTI,
  35-A, Jln. Kebon Sirih, Jakarta, Indonésie

- M.A. Mensah, Fisheries Research Unit, B.P. B-62, Téma, Ghana

- J.M. Stretta, ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cédex 10, France

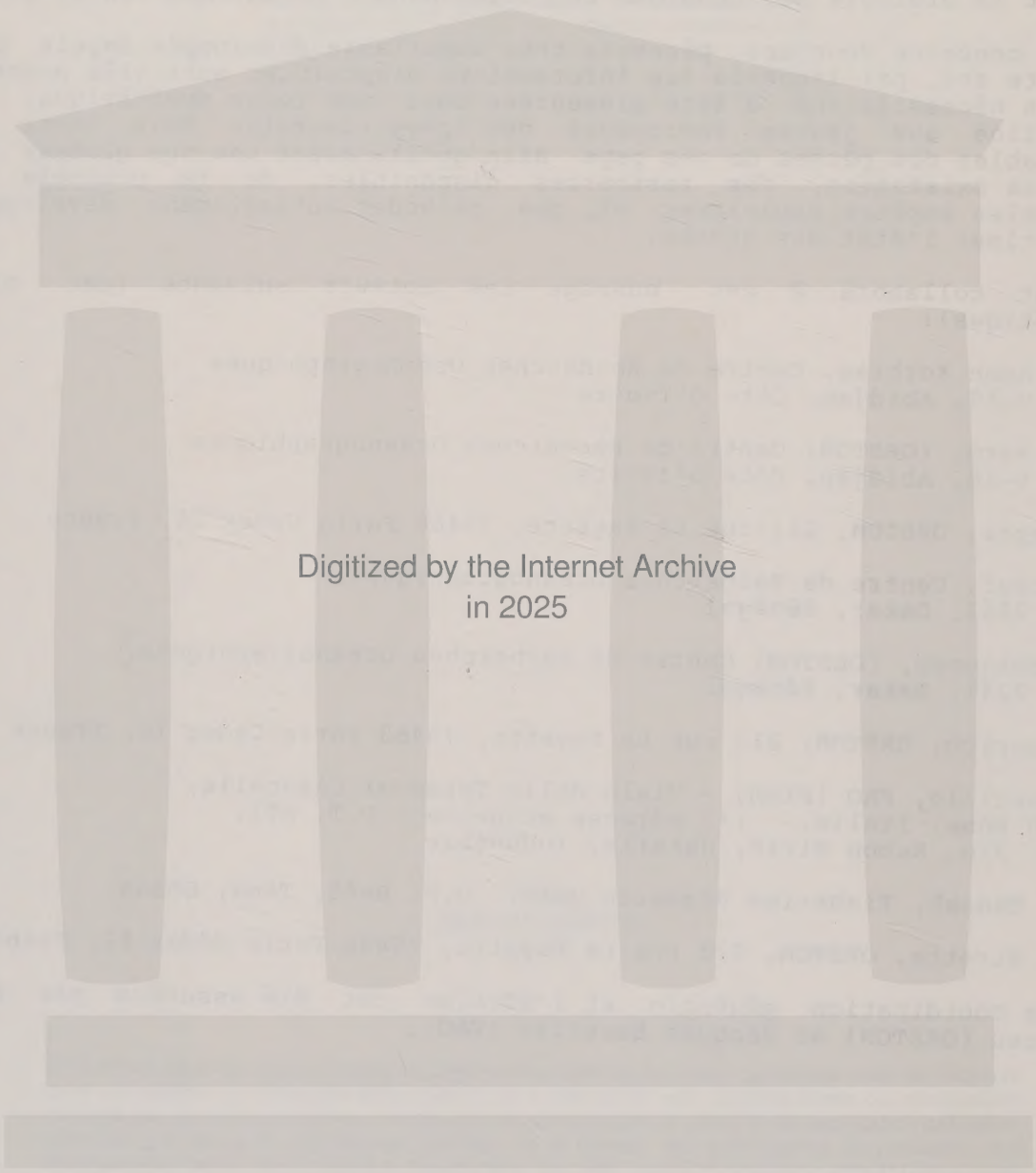
La coordination générale et l'édition ont été assurées par Alain Fonteneau (ORSTOM) et Jacques Marcille (FAO).

Distribution :

Département des pêches de la FAO
Fonctionnaires régionaux des pêches de la FAO
Projets régionaux
Auteurs

La référence bibliographique de ce document doit être donnée ainsi :

Fonteneau, A. et J. Marcille (eds), 1988 Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. FAO Doc.Tech.Pêches, (292): 391 p.



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/fao-fisheries-and-aquaculture-technical-paper_1988_292

RESUME

Les ressources en thon de l'Atlantique centre est font l'objet depuis plus de vingt ans d'une pêche intensive, et ont fait sous la coordination de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique l'objet de très nombreuses études. Ce document donne un bilan des connaissances actuelles sur la biologie des principales espèces de thonidés de l'Atlantique tropical oriental, l'environnement océanographique des thons et l'influence des conditions de milieu sur la production. Une description détaillée des principales pêcheries de la région et de l'histoire de leur développement est présentée ainsi que des méthodes de dynamique des populations utilisées pour évaluer l'abondance des stocks et estimer l'évolution de leur niveau d'exploitation.

REMERCIEMENTS

La réalisation de cet ouvrage collectif n'aurait jamais été possible sans le dévouement des différents auteurs, l'esprit de collaboration qui anime les chercheurs des Centres de Recherche Océanographiques de la Côte d'Afrique, et le support du Projet COPACE et de l'ORSTOM.

Alain Fonteneau a été le maître d'oeuvre bénévole de cet ouvrage. Bien que les différents chapitres et les erreurs qu'ils peuvent encore contenir sont, comme de rigueur, la responsabilité des auteurs respectifs, nous devons à ce spécialiste des thons tropicaux, à son obstination, à son dévouement et à sa connaissance profonde, de pouvoir vous présenter rapidement un document de cette qualité et le remercions tout particulièrement.

S. Garcia
Chef du Service des Ressources Marines

S O M M A I R E

		Page
I.	INTRODUCTION	1
II.	PRESENTATION SYSTEMATIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES (par T. Diouf et J.B. Amon Kothias)	3
2.1.	SCOMBRIDAE	3
2.1.1.	Généralités	3
2.1.2.	Thonidés majeurs	5
2.1.3.	Thonidés mineurs et espèces voisines	7
2.2.	ISTIOPHORIDAE ET XIPHIIDAE	8
III.	LE MILIEU DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST (par Y. Gouriou)	11
3.1.	INTRODUCTION	11
3.2.	CLIMAT ET MOTEUR GENERAL DU SYSTEME	11
3.2.1.	Généralités	11
3.2.2.	Centres d'action	11
3.2.3.	Les flux	12
3.2.4.	Le champ de vent et sa variabilité	13
3.3.	LA CIRCULATION OCEANIQUE DANS L'ATLANTIQUE INTERTROPICAL	14
3.3.1.	La circulation de surface	14
3.3.2.	La circulation subsuperficielle	16
3.3.3.	Les zones frontales	19
3.4.	REMONTEES D'EAUX FROIDES	19
3.4.1.	Généralités	19
3.4.2.	La saison chaude	20
3.4.3.	La grande saison froide	20
3.4.4.	Les dômes thermiques	24
3.5.	PRODUCTION	26
3.5.1.	Production primaire	26
3.5.2.	Oxygène	27
3.6.	CONCLUSION	30
IV.	LES PECHERIES THONIERES DE L'ATLANTIQUE TROPICAL EST (par A. Fonteneau, T. Diouf et M. Mensah)	33
4.1.	INTRODUCTION	33
4.2.	LES PRINCIPALES METHODES DE PECHE	35
4.2.1.	La canne	35
4.2.2.	La senne	35
4.2.3.	La palangre	37
4.2.4.	Pêcheries artisanales	37

Page

4.3. EVOLUTION DES PRISES PAR ESPECE, PAR ENGIN DES THONIDES MAJEURS DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST 39

4.3.1. Généralités 39
4.3.2. L'évolution des pêcheries de l'Atlantique tropical est 39
4.3.3. Exploitation des thonidés majeurs (albacore, listao et patudo) dans l'Atlantique tropical est 45
4.3.4. Bilan des prises moyennes par zone et par engin dans la zone d'étude durant la période récente pour l'albacore, le listao et le patudo. 45

4.4. L'EXPLOITATION DES PETITS THONIDES ET ESPECES VOISINES DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST 53

4.4.1. Généralités 53
4.4.2. Evolution des prises 53
4.4.3. Structure en taille des captures 61
4.4.4. Saisons de pêche 63
4.4.5. Effort de pêche 63

4.5. EXAMEN PAR PAYS DE L'EVOLUTION DES DIFFERENTES FLOTTILLES THONIERES EXPLOITANT LES THONIDES MAJEURS DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST 63

4.5.1. Angola 63
4.5.2. Canada 65
4.5.3. Iles du Cap-Vert 67
4.5.4. Taiwan (Province de Chine) 68
4.5.5. Congo 70
4.5.6. Côte-d'Ivoire 70
4.5.7. Cuba 70
4.5.8. France 72
4.5.9. Ghana 86
4.5.10. Japon 90
4.5.11. Corée - Panama 97
4.5.12. Maroc 100
4.5.13. Norvège 100
4.5.14. Portugal 100
4.5.15. Sénégal 100
4.5.16. Sao Tomé-et-Principe 101
4.5.17. Espagne 101
4.5.18. Etats Unis d'Amérique (USA) 106
4.5.19. U.R.S.S. 109
4.5.20. Yougoslavie 110
4.5.21. Autres pays 110

4.6. CONCLUSION 110

V. LES MIGRATIONS (par F.X. Bard, P. Cayre et T. Diouf) 111

5.1. GENERALITES ET METHODES D'ETUDE DES MIGRATIONS 111

5.1.1. Introduction : Définition et intérêt des études sur les migrations. 111
5.1.2. Méthodes 111
5.1.3. Conclusion 113

5.2. MIGRATIONS DES THONIDES MAJEURS (albacore, listao et patudo) 114

Page

5.2.1. Migrations de l'albacore 114
5.2.1.1. Généralités 114
5.2.1.2. Migrations des juvéniles 116
5.2.1.3. Migrations des préadultes 118
5.2.1.4. Migrations des adultes 120
5.2.1.5. Déterminisme des migrations de l'albacore 123
5.2.1.6. Modèle de migration de l'albacore 125

5.2.2. Migrations du listao 126
5.2.2.1. Généralités 126
5.2.2.2. Analyse des pêcheries 128
5.2.2.3. Analyse des marquages 133
5.2.2.4. Comparaison des données de marquage et de celles des pêcheries. 136
5.2.2.5. Déterminisme des migrations du listao. 137
5.2.2.6. Modèle migratoire du listao en Atlantique Est. 137
5.2.2.7. Conclusion 140

5.2.3. Migrations du patudo 140
5.2.3.1. Généralités 140
5.2.3.2. Migrations de la phase juvénile 141
5.2.3.3. Migrations de la phase préadulte 144
5.2.3.4. Migrations des patudos adultes 147
5.2.3.5. Déterminisme des migrations des patudos 149
5.2.3.6. Modèle de migration du patudo de l'Atlantique 151
5.2.3.7. Conclusion 151

5.3. PETITS THONIDES ET ESPECES VOISINES 151

5.3.1. Introduction 151
5.3.2. Thonine (Euthynnus alletteratus) 152
5.3.3. Auxide (Auxis sp.) 153
5.3.4. Bonite à dos rayé (Sarda sarda) 154
5.3.5. Maquereau bonite (Scomberomorus tritor) 155
5.3.6. Autres espèces 156

VI. BIOLOGIE DES THONS (par P. Cayre, J.B. Amon Kothias, J.M. Stretta et T. Diouf) 157

6.1. THONIDES MAJEURS : ALBACORE, LISTAO, PATUDO. 157

6.1.1. Reproduction des thonidés majeurs : Albacore, Listao, Patudo. 157
6.1.1.1. Introduction 157
6.1.1.2. Méthodes d'étude de la reproduction des thons de l'Atlantique tropical oriental. 158
6.1.1.3. Sexualité et fécondation 159
6.1.1.4. Taille à la première maturité 159
6.1.1.5. Maturation des gonades 160
6.1.1.6. Ponte (zones, périodes, fréquence) et fécondité 167
6.1.1.7. Fécondité partielle 179
6.1.1.8. Conclusions 181

6.1.2. Sex-ratio 183
6.1.2.1. Définition et expression 183
6.1.2.2. Albacore 183

		Page
	6.1.2.3. Listao	185
	6.1.2.4. Patudo	185
6.1.3.	Croissance	185
	6.1.3.1. Introduction	185
	6.1.3.2. Méthodes de détermination et expression des résultats	187
	6.1.3.3. Résultats	188
	6.1.3.3.1. Albacore	189
	6.1.3.3.2. Listao	197
	6.1.3.3.3. Patudo	202
6.1.4.	Régime et comportement alimentaires de l'albacore, du listao et du patudo.	205
	6.1.4.1. Introduction	205
	6.1.4.2. Méthodes utilisées pour l'étude de la nourriture des thons.	207
	6.1.4.3. Résultats	207
	6.1.4.4. Conclusions	213
6.1.5.	Les thons et la thermorégulation	214
	6.1.5.1. Introduction	214
	6.1.5.2. Description du système vasculaire échangeur de chaleur	215
	6.1.5.3. Classification des thons basée sur le système échangeur de chaleur	217
	6.1.5.4. Avantages et mécanismes de la thermorégulation chez les thons	217
	6.1.5.5. Conclusion	219
6.1.6.	L'oxygène dissous et la répartition des thons dans l'Atlantique	221
	6.1.6.1. Introduction	221
	6.1.6.2. Seuils de tolérance de l'albacore, du listao et du patudo	222
	6.1.6.3. Taux d'oxygène dissous dans l'atlantique et répartition des espèces.	222
	6.1.6.4. Conclusion	226
6.1.7.	Associations des bancs de thons avec d'autres grands animaux pélagiques ou divers objets flottants	226
	6.1.7.1. Introduction	226
	6.1.7.2. Données et méthodes d'analyse	228
	6.1.7.3. Fréquence des bancs libres et associés	229
	6.1.7.4. Thons et animaux pélagiques	229
	6.1.7.5. Thons et épaves naturelles	233
	6.1.7.6. Conclusions	239
6.1.8.	Les parasites des thonidés majeurs (albacore, listao et patudo)	239
	6.1.8.1. Introduction	239
	6.1.8.2. Albacore et patudo	240
	6.1.8.3. Listao	241
	6.1.8.4. Conclusion	242
6.1.9.	Les mélanges d'espèces au sein des bancs de thons	242
	6.1.9.1. Introduction	242
	6.1.9.2. Canneurs de Téma	242
	6.1.9.3. Senneurs	242
	6.1.9.4. Discussion des résultats	244

Page

6.2. THONIDES MINEURS ET ESPECES VOISINES 244

6.2.1. Introduction 244
6.2.2. Thonine (Euthynnus alletteratus) 246
6.2.3. Auxide (Auxis sp.) 252
6.2.4. Bonite à dos rayé (Sarda sarda) 254
6.2.5. Maquereau bonite (Scomberomorus sp.) 256
6.2.6. Autres espèces 258

6.3. RELATIONS BIOMETRIQUES 259

6.3.2. Albacore et patudo 259
6.3.3. Relation longueur-poids du listao 262
6.3.4. Relation taille-poids des thonidés mineurs et espèces voisines 264

VII. ENVIRONNEMENT ET PECHE THONIERE EN ATLANTIQUE TROPICAL ORIENTAL (par J.M. Stretta) 269

7.1. INTRODUCTION 269

7.2. DONNEES ET METHODES 270

7.2.1 Données utilisées 270
7.2.2 Découpage spatio-temporel 271

7.3 RELATIONS ENTRE LES THONS ET LES PARAMETRES DE L'ENVIRONNEMENT 273

7.3.1. Relation captures des thons et température de surface 273
7.3.1.1. Albacore 273
7.3.1.2. Listao 275
7.3.1.3. Patudo 275

7.3.2. Relation entre les captures de thons et l'oxygène dissous 275
7.3.3. Relation entre les captures de thons et la salinité de surface 277
7.3.4. Relation entre les captures de thons et la thermocline 277
7.3.5. Relation thon/productivité des eaux 278
7.3.5.1. Productivité des eaux intertropicales 278
7.3.5.2. Les processus d'enrichissement 279
7.3.5.3. Conclusion 280
7.3.6. Chaine alimentaire et nourriture des thons. 280
7.3.7. Conditions écologiques pour la reproduction 283
7.3.8. Conclusions 283

7.4 ANALYSE DES CAPTURES AU SEIN DES STRATES SPATIO-TEMPORELLES 283

7.4.1. Données historiques 283
7.4.2. Zone Mauritanie 284
7.4.3. Zone Sénégal 284
7.4.4. Zone Guinée 285

Page

7.4.5. Zone Libéria 293
7.4.6. Zone Equateur 293
7.4.7. Zone Ghana 300
7.4.8. Zone Cap Lopez 301
7.4.9. Zone Angola 306

7.5. DISCUSSION 310

7.6. CONCLUSIONS 316

VIII. MODELISATION, GESTION ET AMENAGEMENT DES PECHERIES THONIERES DE L'ATLANTIQUE CENTRE EST (par A. Fonteneau) 317

8.1. GENERALITES 317

8.1.1. L'Exploitation des stocks migrateurs par des pêcheries pluriengins 317
8.1.2. Rappels généraux sur les modèles 317
8.1.2.1. Le modèle global 317
8.1.2.2. Les modèles structuraux : Vecteurs de mortalité par pêche (F) et populations sous jacentes (N) par âge 318
8.1.2.3. Analyse de production par recrue 319
8.1.2.4. Relations stock recrutement 320
8.1.2.5. Les modèles de simulation 320
8.1.3. Le problème de la composition spécifique 322

8.2. MODELISATION ET ETAT DES STOCKS 326

8.2.1. Albacore 323
8.2.1.1. Le modèle global 323
8.2.1.2. Analyse structurale : Recrutement et taux de mortalité par pêche en fonction de l'âge. 324
8.2.1.4. Production par recrue 331
8.2.1.5. Recrutement 332
8.2.1.6. Les modèles de simulation de la pêcherie d'albacore 332
8.2.2. Listao 334
8.2.2.1. Le modèle global 334
8.2.2.2. Analyse structurale : Recrutement et mortalités par pêche en fonction de l'âge. 334
8.2.2.3. Production par recrue 335
8.2.2.4. Recrutement 335
8.2.2.5. Simulations 337

8.2.3. Patudo 337
8.2.3.1. Le modèle global 337
8.2.3.2. Analyse structurale : recrutement et taux de mortalités par pêche en fonction de l'âge. 339
8.2.3.3. Production par recrue 342
8.2.3.4. Recrutement 345
8.2.3.5. Simulations 345

Page

8.2.4. Les simulations à engins et espèces multiples 346
8.2.5. Modélisation et état des stocks des autres espèces 349
8.2.5.1. Germon 349
8.2.5.2. Petits thonidés mineurs 349
8.2.5.3. Poissons porte épée 349

8.3. CONCLUSIONS 355

IX. CONCLUSION 356

LITERATURE CITEE 357

1. INTRODUCTION

Les prises mondiales de thonidés ont atteint 3,1 millions de tonnes en 1984, dont 2 millions de tonnes pour les thons dits majeurs et les marlins, le reste comprenant les nombreuses espèces de petits thonidés et le groupe des thazards. Les prises de l'Atlantique et de la Méditerranée, 532000 tonnes en 1985, représentent environ 16 % de ce total.

Dans l'Atlantique, les espèces commerciales les plus importantes sont l'albacore (Thunnus albacares), le patudo (T. obesus), le listao (Katsuwonus pelamis), le germon (T. alalunga) et le thon rouge (T. thynnus) ; ces cinq espèces totalisaient 444000 tonnes en 1985 et les trois premières, exclusivement tropicales, représentaient environ 80% de ce total dont 70% provenaient de l'Atlantique tropical oriental.

Les prises annuelles d'albacore, de listao et de patudo effectuées au large des côtes de l'Afrique de l'ouest, sont proches de 250000 tonnes. Ces espèces ne sont encore exploitées que dans une très faible proportion, 15 à 25% environ, par les pays côtiers. Cependant depuis l'établissement des zones économiques exclusives à 200 milles, de nombreux pays de la région ont pris conscience des ressources qu'ils possèdent et désirent, très logiquement, créer ou accroître leurs activités de pêche au thon, tant pour les espèces majeures les plus océaniques (albacore, listao, patudo), que pour les petits thonidés et les thazards, généralement plus côtiers.

Dans le but d'assurer une exploitation rationnelle de cette ressource, une commission spécialisée , la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique, ou ICCAT, a été crée il y a prés de 20 ans à l'initiative de la FAO. Cette commission internationale, qui réunit actuellement 22 pays membres, est habilitée sur la base des résultats d'enquêtes scientifiques, à prendre des recommandations visant à maintenir à des niveaux permettant un rendement maximal soutenu les populations de thonidés et d'espèces voisines qui peuvent être capturées.

Les publications de l'ICCAT sont très nombreuses et variées, et sont disponibles à toute personne intéressée. Toutefois elles ne comportent que très rarement des synthèses thématiques ou régionales,et elles constituent de ce fait un ensemble volumineux et très complexe à appréhender pour les non spécialistes.

C'est dans le but de rendre facilement accessibles les informations afférentes à cette importante ressource de la région, que le Comité des Pêches pour l'Atlantique Centre Est - COPACE - a initié cette étude de synthèse à la demande de ses Etats membres.

La zone de l'étude correspond à la zone de distribution des thonidés tropicaux de l'Atlantique Est et s'étend de la Mauritanie (25^{o} nord) à l'Angola (20^{o} sud). La limite à 30^{o} ouest, classiquement adoptée pour les thonidés de l'Atlantique, a été retenue comme limite ouest. Par ailleurs, le sous secteur au sud de 5^{o} sud et à l'ouest de 5^{o} ouest a été éliminé de la zone d'étude, car les thonidés capturés dans ce secteur semblent se rattacher à des stocks à affinités sud américaines. La zone de l'étude est donc comparable à la zone COPACE, mais elle est toutefois sensiblement différente de celle-ci (figure 1.1).

Après une brève revue de la systématique des principales espèces de thons et de marlins susceptibles d'être capturées dans l'Atlantique tropical oriental (chapitre 2) et des caractéristiques climatiques et océanographiques du milieu (chapitre 3), une description détaillée des

pêcheries de la région et de l'historique de leur développement est présentée (chapitre 4). Un examen des migrations (chapitre 5) et de la biologie des principales espèces (chapitre 6) précède un chapitre traitant des relations entre les thons et le milieu (chapitre 7). Une description est ensuite faite des méthodes de dynamique des populations qui ont été utilisées dans l'Atlantique tropical pour évaluer l'abondance des stocks et estimer l'évolution de leur niveau d'exploitation en fonction du développement des pêcheries (chapitre 8).

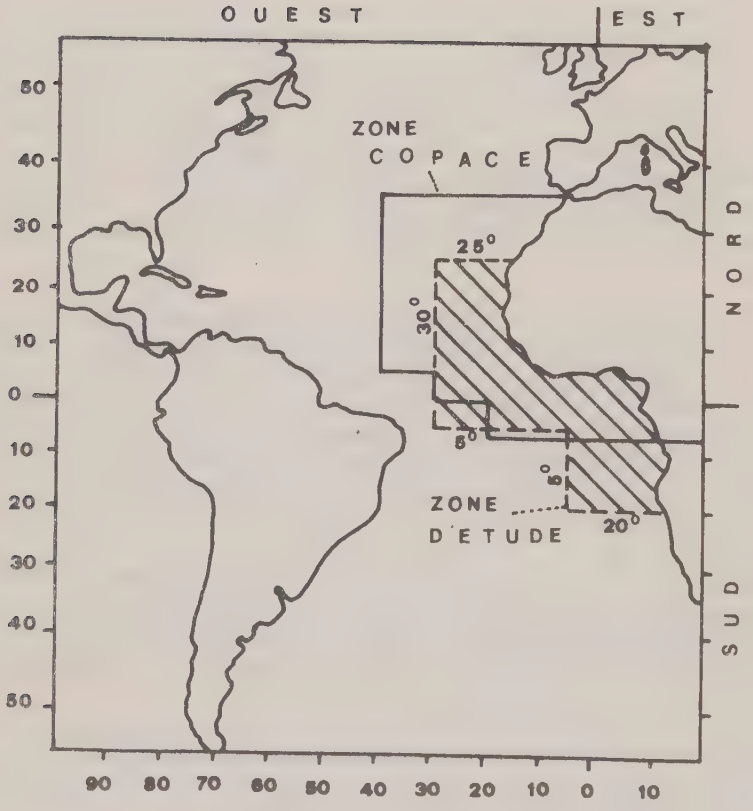


Figure 1.1 Zone d'étude

2. PRESENTATION SYSTEMATIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES

par

T. Diouf et J.B. Amon Kothias

2.1. SCOMBRIDAE

2.1.1. Généralités

Les thons et espèces voisines sont regroupés en une seule famille (REGAN, 1909) : la famille des Scombridae (figure 2.1) qui est caractérisée par le mode d'insertion des rayons de la nageoire caudale.

Cette famille qui comporte 15 genres et 49 espèces est subdivisée en deux sous-familles : les Gasterochismatinae (une seule espèce) et les Scombrinae. Dans la sous-famille des Scombrinae, il y a quatre tribus séparées en fonction des caractéristiques osseuses internes (Collette et Chao, 1975 ; Collette et Russo, 1979). Ces quatre tribus peuvent être divisées en deux groupes : celui des Scombrini et Scomberomorini, groupe le plus primitif, et celui des Sardini et Thunnini.

La tribu des Thunnini est la plus évoluée et les quatre genres qui la constituent sont, parmi les poissons osseux, les seuls à posséder un système circulatoire régulateur de température qui leur permet de conserver une partie de leur chaleur métabolique ; cette faculté explique qu'ils soient largement répandus dans tous les océans.

Les caractéristiques morphologiques des espèces de cette famille peuvent être résumées comme suit :

Corps allongé et fusiforme, modérément comprimé chez quelques genres. Museau pointu ; paupière adipeuse présente parfois (Scomber). Deux nageoires dorsales ; la nageoire antérieure généralement courte et séparée de la nageoire postérieure ; pinnules présentes en arrière de la dorsale et de l'anale ; pectorales haut placées ; pelviennes modérées ou petites ; caudale profondément fourchue. Au moins 2 petites carènes de chaque côte du pédoncule caudal, une carène plus grande entre elles chez beaucoup d'espèces. Ligne latérale simple. Corps soit couvert uniformément d'écailles petites à modérées (par exemple Scomber, Scomberomorus) soit muni d'un corselet développé (région en arrière de la tête et autour des nageoires pectorales couverte d'écailles épaisses de grandeur modérée) et le reste du corps est nu (Auxis, Euthynnus, Katsuwonus), ou couvert de petites écailles (Thunnus).

Coloration : diverses espèces de Scomber sont généralement bleuâtres ou verdâtres dessus avec un système de bandes ondulées en haut des flancs et argentées au-dessous; Scomberomorus et Acanthocybium gris-bleu dessus et argentés dessous avec des barres verticales ou des taches sombres sur les côtés. Sarda possède 5 à 11 bandes foncées obliques sur le dos ; Euthynnus possède un système de bandes sur le dos et plusieurs taches sombres entre les pectorales et les pelviennes; Katsuwonus à 4 à 6 bandes longitudinales remarquables sur le ventre ; Auxis et Thunnus sont bleu/noir foncé sur le dessus; la plupart des espèces de Thunnus ont des pinnules jaune vif à bords noir.

Tous les poissons composant la famille des Scombridae sont marins et épipélagiques ; ils vivent en pleine eau dans une couche

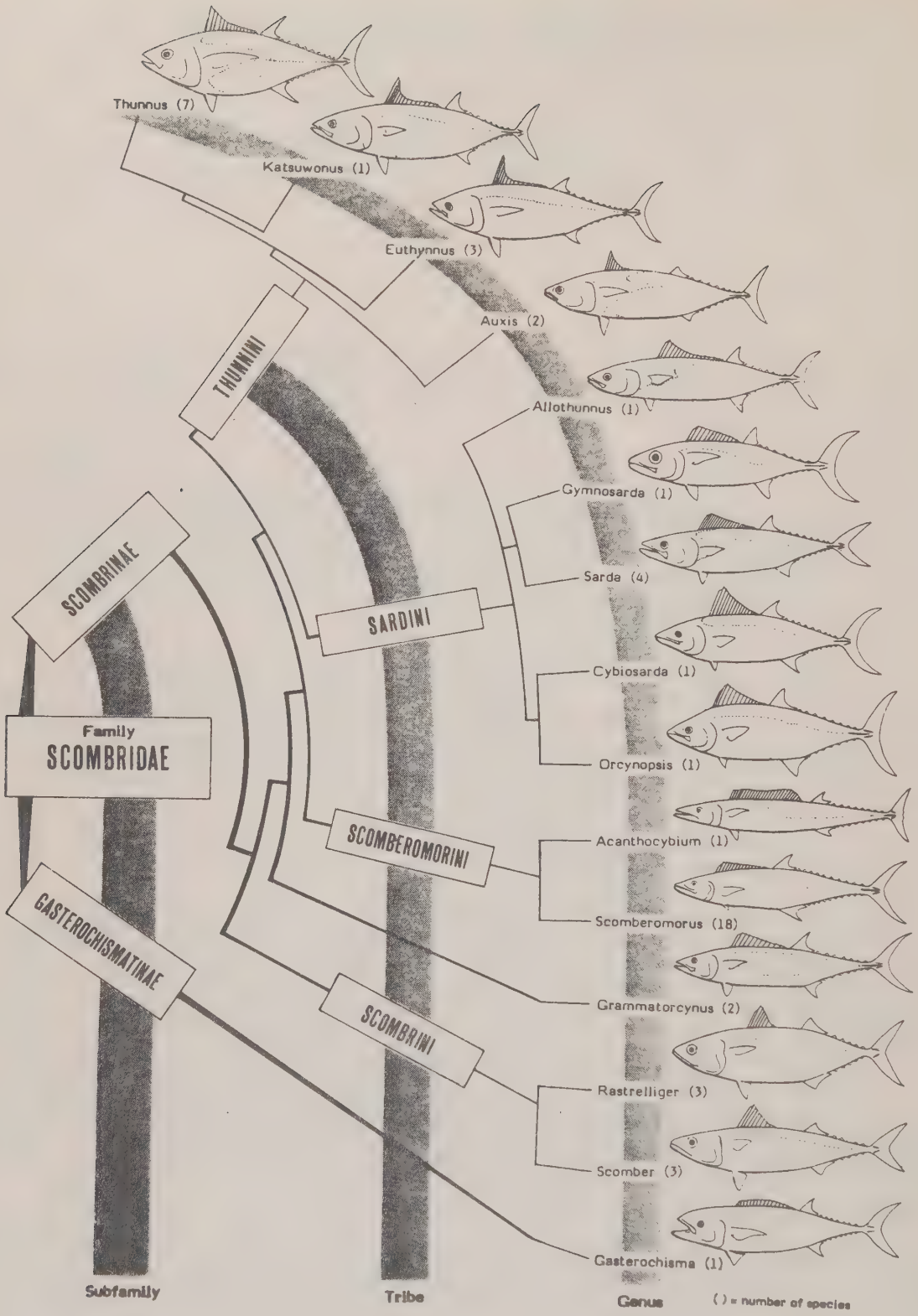


Figure 2.1 Classification des thons au sein de la famille des scombridés (Collette et Nauen, 1983).

relativement superficielle (de 0 à 300 m) et effectuent des migrations trophiques ou de reproduction parfois importantes.

Dans les eaux de d'Atlantique tropical est, objet de la présente étude, 12 espèces sont plus ou moins activement exploitées. Elles ne seront que sommairement présentées ici mais des descriptions plus complètes peuvent être trouvées dans : Postel (1950, 1955) ; Cadenat (1950) ; Blache et al. (1970), Collette et Chao (1975) ; Miyake et Hayasi (1978) ; Collette et Russo (1979); Fisher et al. (1981), Seret et Opic (1981); Collette et Nauen (1983).

2.1.2. Thonides majeurs (figure 2.2)

2.1.2.1. Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788)

L'albacore a les rayons de la seconde dorsale et de l'anale plus longs que ceux des autres thonidés. Les flancs et le ventre portent environ 20 lignes plus ou moins pointillées presque verticales. Dans l'Atlantique Est, l'albacore est connu des Açores à l'Afrique du Sud. Les tailles communes se situent entre 35 et 180 cm, longueur à la fourche , soit entre 0,8 et 111 kg.

2.1.2.2. Thunnus obesus (Lowe, 1839)

Le thon obèse, plus communément appelé patudo, se distingue de l'albacore par un corps trapu et des yeux de grande dimension chez les adultes. La deuxième dorsale et l'anale ne sont jamais aussi développés que celles de l'albacore. par contre, les pectorales sont longues; elles dépassent le niveau de la deuxième dorsale chez les jeunes individus. Le patudo est souvent considéré comme une espèce tempérée du fait que les adultes séjournent de préférence dans les eaux froides. Les tailles fréquentes se situent entre 35 et 190 cm, longueur à la fourche, soit entre 0,9 et 146 kg.

Les albacores et patudos juvéniles sont très voisins de forme et de coloration; ils sont de ce fait très difficiles à reconnaitre, sauf par des observateurs entrainés. Les critères suivants permettent toutefois de bien distinguer les 2 espèces:

- le foie du patudo est strié alors que celui de l'albacore est lisse.
- les fosses nasales de l'albacore contiennent toujours dans l'Atlantique Est un ver parasite du genre Nasicola klawei (paragraphe 6.1.8), alors que celles de patudo n'en contiennent jamais.
- les rayures ventrales sont différentes chez les 2 espèces: chez l'albacore on observe une alternance de stries continues et de pointillés, courbées vers l'arrière; chez le patudo les stries sont continues et droites. Ce critère de discrimination n'est cependant utilisable que pour des individus en bon état de fraicheur.

2.1.2.3. Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758)

Le listao ou bonite à ventre rayé a le corps arrondi sans écailles sauf sur le corselet et la ligne latérale. Comme le souligne sa seconde appellation, il se caractérise par 4 à 6 bandes sombres longitudinales qui rayent le bas-flanc et le ventre ; chez les individus vivants ces bandes apparaissent comme des lignes discontinues de taches sombres. Cosmopolite dans les mers tropicales et sub-tropicales, le listao se rencontre tout le long de la côte ouest-africaine. Les longueurs à la fourche courantes sont comprises entre 30 et 80 cm, soit entre 0,5 et 11,5 kg.

Figure 2.2 Principales espèces de "thonidés majeurs" présentes dans la zone de l'étude (Collette et Nauen, 1983).

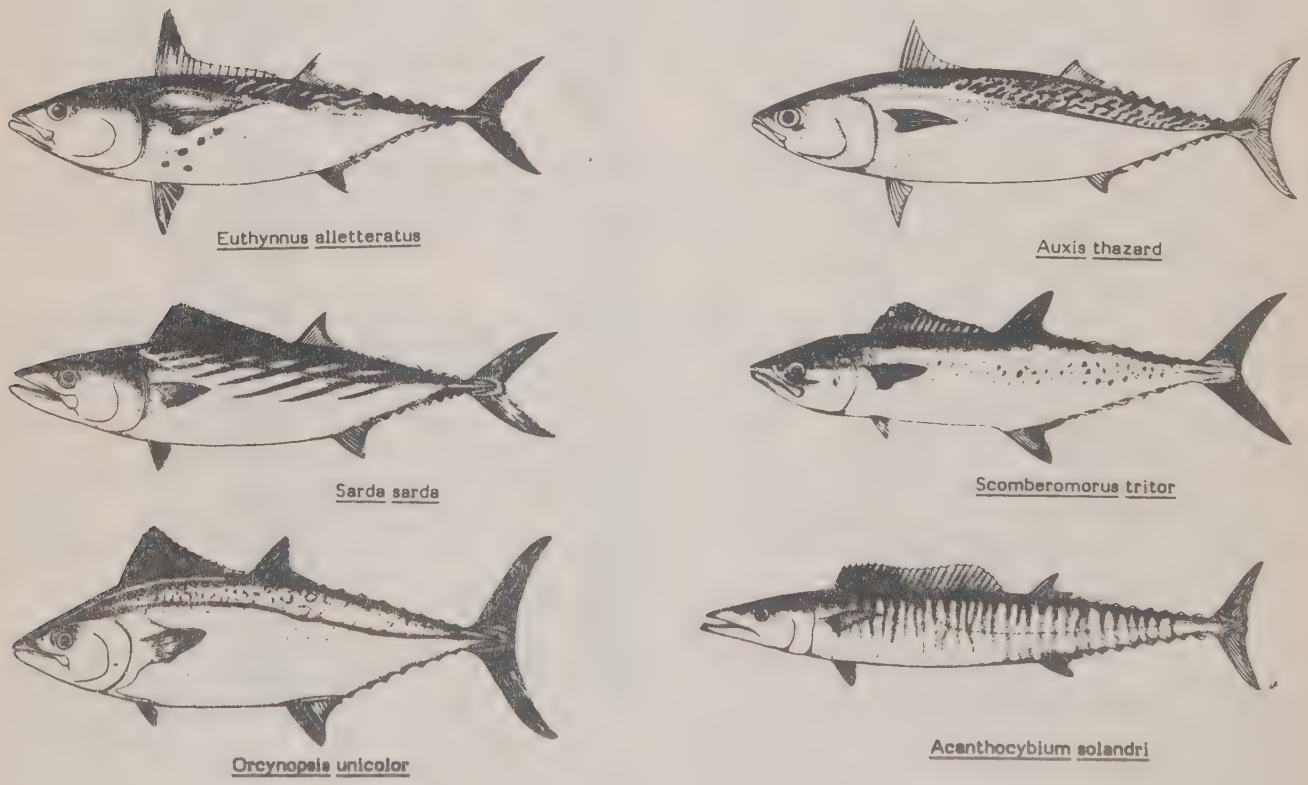


Figure 2.3 Principales espèces de "thonidés mineurs" présentes dans la zone de l'étude (Collette et Nauen, 1983).

2.1.2.4. Thunnus alalunga (Bonnaterre, 1788)

Le germon se caractérise par un corps haut au niveau de la deuxième dorsale, des pectorales remarquablement longues, s'étendant bien au delà de la seconde dorsale et possède une caudale à bord postérieur blanc. Espèce cosmopolite des eaux tempérées, le germon se répartit en deux stocks nord et sud dans l'Atlantique; il est marginal dans la zone d'étude. Les tailles courantes se situent entre 35 et 110 cm de longueur à la fourche.

2.1.2.5. Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758)

Le thon rouge est une espèce de grande taille qui se rencontre surtout dans les régions tempérées et froides de l'Atlantique Nord (Norvège, Maroc, Canada, Canaries...) et Sud (côtes du Brésil, d'Argentine, d'Afrique du Sud...); il se situe donc essentiellement en dehors de la zone d'étude.

2.1.3. Thonidés mineurs et espèces voisines (figure 2.3)

2.1.3.1. Euthynnus alletteratus (Rafinesque, 1810)

La thonine, plus communément appelée ravil, a le corps nu à l'exception du corselet et de la ligne latérale. Les deux nageoires dorsales sont pratiquement contigües ; les épines antérieures de la première dorsale étant beaucoup plus hautes que les suivantes confèrent à celle-ci un profil fortement concave. Le dos porte des marbrures irrégulières sur les deux tiers postérieurs du corps ; elles ne s'étendent pas vers l'avant au delà du milieu de la première dorsale ; les flancs et le ventre sont gris argenté avec 1 à 7 taches noires caractéristiques au niveau du thorax, entre la pectorale et la pelvienne.

Dans l'Atlantique Est, la thonine est distribuée régulièrement, des côtes marocaines à l'Angola ; elle se trouve généralement dans les eaux littorales, près de hauts fonds, ilots, etc....Les tailles courantes se situent entre 30 et 70 cm de longueur à la fourche soit entre 0,5 et 5,5 kg.

2.1.3.2. Auxis sp. (Cuvier, 1829)

Auxis thazard

Les auxides sont les plus petits poissons de la tribu des Thunnini. Le genre Auxis comporte deux espèces : Auxis thazard (Lacépède, 1803) et Auxis rochei (Risso, 1810) qui se distinguent des autres espèces de thons par leurs nageoires dorsales bien séparées. Elles ont le corps arrondi et nu à l'exception du corselet dont la partie postérieure est étroite chez Auxis thazard et large chez Auxis rochei ; les bandes et rayures sombres au-dessus de la ligne latérale sont obliques ou horizontales chez la première espèce et presque verticales chez la deuxième.

Auxis thazard apparaît comme la plus courante des deux espèces. Largement distribuée dans les eaux chaudes, elle semble plus océanique que les autres thons mineurs (thonine, bonite à dos rayé, etc...). Les tailles fréquentes sont comprises entre 30 et 50 cm de longueur à la fourche, soit entre 0,4 et 3 kg.

2.1.3.3. Sarda sarda (Bloch, 1793)

La bonite à dos rayé doit son nom à un ensemble de 5 à 11 rayures sombres, obliques, rarement horizontales, qui dessinent sur le dos une série de V emboîtés à ouverture tournée vers l'avant quand on

regarde le poisson par dessus. Il est entièrement recouvert d'écailles minuscules sur l'ensemble du corps, mais développées au niveau du corselet.

La bonite à dos rayé est largement répandue dans les régions tropicales et sub-tropicales où elle vit dans des eaux qui recouvrent le plateau continental. La gamme courante de tailles s'étend de 30 à 50 cm de longueur à la fourche.

2.1.3.4. Scomberomorus tritor (Cuvier, 1831)

(Syn.: Cybium tritor, Blache et al., 1970)

Le maquereau bonite a le corps particulièrement comprimé latéralement ; il est entièrement recouvert de petits écailles, sans corselet individualisé. La ligne latérale est sinueuse et se courbe graduellement vers le pédoncule caudal. Les machoires garnies de dents proéminentes sont très coupantes. La première nageoire dorsale est noire avec la base postérieure blanche ; les flancs portent environ 3 rangées de taches rondes ou ovales.

Le maquereau-bonite présente une aire de répartition réduite à une mince bande côtière du littoral ouest africain ; c'est la seule espèce susceptible de pénétrer dans les lagunes. Les tailles communes vont de 30 à 90 cm de longueur à la fourche, soit entre 0,2 et 6 kg.

2.1.3.5. Acanthocybium solandri (Cuvier, 1831) (figure 2.3)

Le thazard-bâtard, connu sous l'appellation anglaise Wahoo, est reconnaissable par son corps très allongé à faciès de brochet aux nombreuses barres sombres verticales sur les côtés qui s'étendent jusqu'au dessous de la ligne latérale. C'est une espèce de grande taille pouvant atteindre 2 mètres de longueur à la fourche. Elle fréquente les eaux chaudes de l'Atlantique tropical oriental.

2.1.3.6. Orcynopsis unicolor (Geoffroy St.Hilaire, 1817)

La palomette a le corps fortement comprimé latéralement et nu à l'exception du corselet recouvert de grandes écailles. La ligne latérale est bien marquée ; la première nageoire dorsale est noire sauf les 3 derniers rayons qui sont blancs. Les adultes ne présentent ni bandes ni taches remarquables alors que les jeunes individus de moins de 30 cm sont marqués par des taches irrégulièrement réparties sur le dos et les flancs. La palomette est une espèce d'eaux chaudes qui est abondante dans l'Atlantique tropical oriental.

2.1.3.7. Scomber japonicus (Houtuyn, 1780)

Le maquereau espagnol a l'oeil pourvu d'une paupière adipeuse; il ne possède pas de carène médiane sur le pédoncule caudale et a le dos zébré de bandes sombres ondulées tandis que les flancs et le ventre portent de nombreuses taches arrondies.

2.2. ISTIOPHORIDAE ET XIPHIIDAE.

Les poissons porte-épée constituent une part non négligeable des espèces exploitées par certaines pêcheries thonières; ils sont regroupés en deux familles :

- les xiphiidae avec un seul genre, Xiphias,
- les istiophoridae avec trois genres : Makaira, Tetrapturus et Istiophorus.

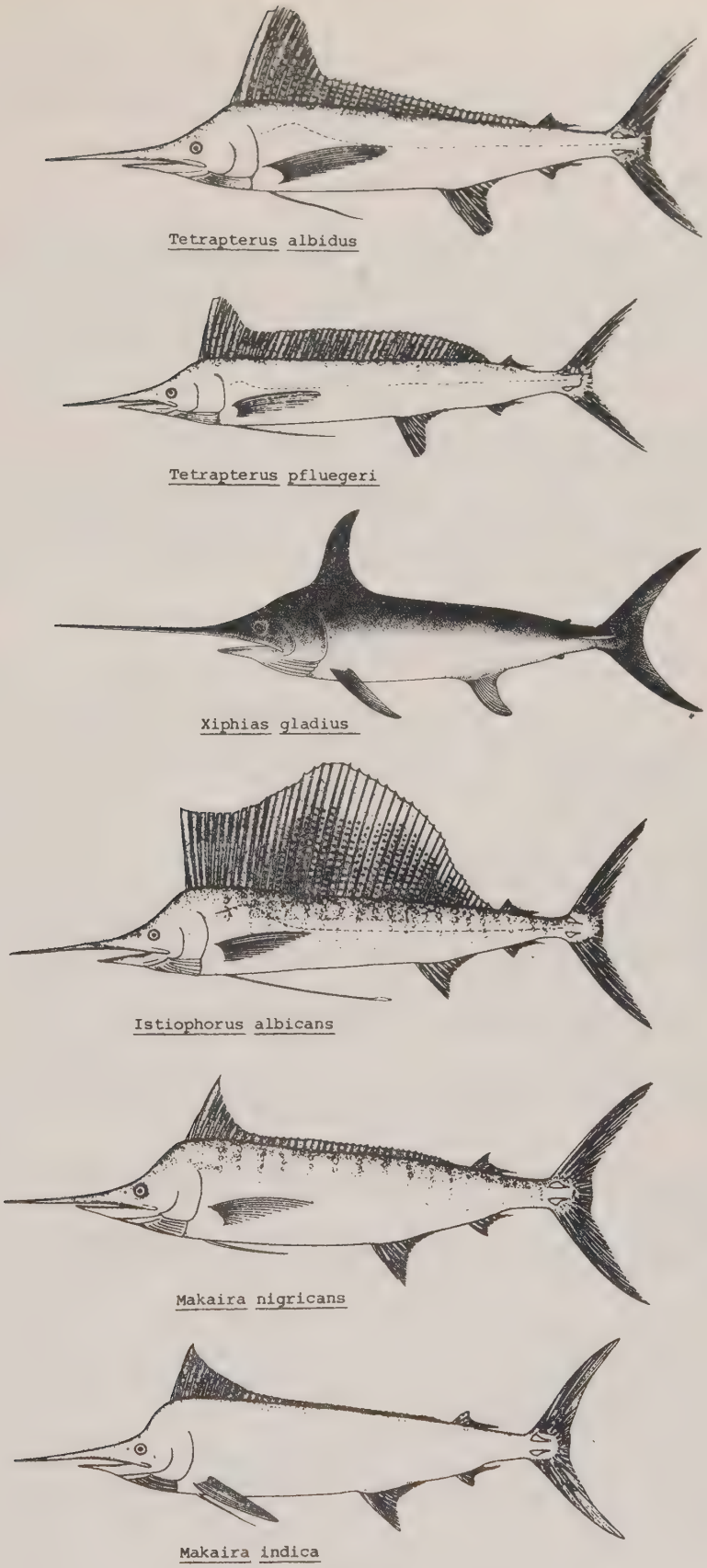


Figure 2.4 Principales espèces de poissons porte épée présentes dans la zone de l'étude (Collette et Nauen, 1983).

Ces genres sont largement représentés en Atlantique dans les eaux tropicales et sub-tropicales (figure 2.4). Les espèces plus courantes sont:

2.2.1. Xiphias gladius (Linnaeus, 1758)

Unique représentant de la famille, l'espadon ne porte qu'une seule carène très forte de chaque côté du pédoncule caudal; il se reconnait aisément à son rostre très développé et aplati dorso-ventralement. La caudale change de forme avec l'âge. L'espadon peut atteindre 350 cm de long, mais les tailles courantes se situent entre 100 et 220 cm.

2.2.2. Istiophorus albicans (Latreille, 1804)

Le voilier est identifiable par sa première dorsale longue et très élevée atteignant son maximum de hauteur en son milieu : c'est la "voile", bleu cobalt constellée de nombreuses petites taches noires. L'espèce atteint 300 cm de long.

2.2.3. Makaira nigricans (Lacepède, 1802)

Le makaire ou marlin bleu a la première dorsale longue et basse, sauf dans sa partie antérieure où elle présente un lobe élevé et pointu; ligne latérale constituée de résille. Le marlin bleu est l'un des plus grands marlins; il atteint 400 cm de long.

2.2.4. Makaira indica (Cuvier, 1831)

Le makaire ou marlin noir se distingue de l'espèce précédente par sa pectorale rigide, non repliable vers les flancs.

2.2.5. Tetrapturus albidus (Poey, 1860)

Le makaire ou marlin blanc a la première dorsale élevée à l'avant; elle diminue rapidement à l'arrière. L'espèce atteint 300 cm de long.

2.2.6. Tetrapturus pfuegeri (Robins et de Sylva, 1963)

Le makaire becune a le corps extrêmement comprimé avec la première dorsale relativement élevée. Les longueurs courantes atteignent 200 cm.

3. LE MILIEU DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST

par Y. Gouriou

3.1. INTRODUCTION

Les conditions du milieu océanique rencontrées par les thons, température, nourriture, oxygène, courants, etc... conditionnent très largement tant l'abondance des stocks que les migrations de ceux-ci et les possibilités pour les pêcheurs de les capturer. Il est de ce fait essentiel de bien décrire l'environnement océanique de la zone étudiée. L'environnement océanique étant lui-même largement conditionné par les variations spatio-temporelles du climat, celles-ci seront tout d'abord étudiées (paragraphe 3.2). La circulation océanique dans la région sera ensuite décrite, tant celle de surface que celle de subsurface (paragraphe 3.3). Les mécanismes de remontées d'eaux froides, riches en sels nutritifs qui conduisent dans la zone à l'enrichissement des eaux superficielles seront ensuite décrits et leur origine discutée (paragraphe 3.4). Enfin seront décrits les mécanismes d'enrichissement des eaux et de formation du phytoplancton (paragraphe 3.5).

3.2. CLIMAT ET MOTEUR GENERAL DU SYSTEME

3.2.1. Généralités

La dynamique de la couche superficielle des océans est intimement liée à celle des basses couches de l'atmosphère; le vent notamment joue un rôle moteur dans la génèse et l'évolution des courants océaniques superficiels et subsuperficiels. Il est donc indispensable de bien connaitre les paramètres atmosphériques qui influent sur la région océanique étudiée. L'évolution et les variations de ces paramètres ne peuvent véritablement être comprises si l'on se limite à la zone d'étude, les conditions atmosphériques sur cette région étant liées à la dynamique de l'atmosphère de l'ensemble de l'Atlantique. Nous présenterons donc dans ce chapitre une vue générale du climat qui nous permettra d'aborder l'étude de la dynamique océanique dans la zone d'étude.

3.2.2. Centres d'Action

La circulation de l'air dans les basses couches de l'atmosphère de l'Atlantique tropical s'organise autour de deux centres d'actions permanents:

- Le centre de hautes pressions des Açores dans l'Atlantique nord,
- Le centre de hautes pressions de Sainte Hèlène dans l'Atlantique sud.

Ces deux centres de hautes pressions déterminent des systèmes anticycloniques dont les flux dominent le domaine maritime. Sur le continent, la circulation subit l'influence de l'anticyclone égyto-lybien et celle de l'anticyclone des Mascareignes (océan Indien). Ces ceintures anticycloniques sont engendrées par des mouvements subsidents, vers les latitudes 30^{o} nord et 30^{o} sud, liés aux jets subtropicaux et polaires rencontrés en altitude. Ces mouvements sont d'origine dynamique, et entièrement indépendants des facteurs thermiques de surface.

L'excédent d'énergie absorbée dans la ceinture intertropicale crée une zone de basses pressions d'origine thermique séparant les centres de hautes pressions de chaque hémisphère. Dans chaque hémisphère s'établit un flux d'air entre les hautes pressions tropicales et les basses pressions intertropicales . Ce flux est dévié vers l'ouest du fait de la rotation de la terre : ces vents permanents et stables sont appelés

alizés. La limite entre les flux de chaque hémisphère est appelé équateur météorologique ou zone intertropicale de convergence (ZITC).

Ce schéma simple de la circulation dans les basses couches permet de décrire de façon satisfaisante le champ de vent observé dans la partie occidentale (à l'ouest de 20° ouest) de l'Atlantique tropical.

Dans la partie orientale, la dissymétrie observée dans la répartition des masses continentales du continent africain, de part et d'autre de l'équateur, perturbe de façon significative le schéma précédent. La chaleur massique de la terre étant moins importante que celle de l'océan, la terre se réchauffe ou se refroidit plus rapidement que la mer : cette propriété cause une migration saisonnière importante des basses pressions intertropicales continentales, liée au mouvement zénithal du soleil. La translation latitudinale saisonnière de ces basses pressions est beaucoup plus importante dans la partie de l'Atlantique tropical soumise à l'influence continentale que dans le domaine océanique.

Le réchauffement de la partie occidentale du continent au cours de l'été boréal entraîne la formation d'un gradient de pression trans-équatorial au-dessus du golfe de Guinée. Ce gradient de pression introduit une déviation des alizés vers l'est, renforcée par le changement de signe de la force de Coriolis au passage de l'équateur (la rotation de la terre est à l'origine de cette force qui dévie les mouvements vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud). L'alizé se transforme alors en mousson d'ouest.

3.2.3. Les flux

Les centres d'actions cités dans le paragraphe 3.2.2 conditionnent l'origine des flux d'air dans les basses couches sur l'Atlantique intertropical. Sur le domaine maritime trois flux d'origines différentes se rencontrent (figure 3.1; Wauthy, 1983) :

- Flux originaire de l'Atlantique sud

Dans l'hémisphère sud l'importance des continents est faible, l'influence océanique est prépondérante. Le flux s'organise autour de la cellule de circulation de l'ile de Sainte Hélène. Cet anticyclone domine l'ensemble du golfe de Guinée, il est centré sur 28° sud et 10° ouest . Son intensité est maximum pendant l'été boréal (juillet - août - septembre).

Sur la face orientale le vent souffle du sud vers le nord le long de la côte africaine ; cet alizé maritime est permanent jusqu' à 16° sud et s'étend jusqu'au cap Lopez en été boréal.

Sur la face équatoriale, l'alizé est de sud-est, attiré par les basses pressions continentales et est dévié vers sa droite au nord de l'équateur, déviation accentuée par le changement de signe de la force de Coriolis au passage de l'équateur. Cet alizé se transforme alors en mousson, vent chaud et humide, sur le continent africain. La pénétration de ce flux de mousson est contrôlée par la migration des basses pressions intertropicales continentales.

Sur la face occidentale, l'alizé se dirige vers l'ouest jusqu'à sa rencontre avec l'alizé de l'hémiphère nord le long de l'équateur météorologique (ZITC). Au cours de ce long périple océanique cet alizé se réchauffe, s'humidifie et devient instable.

- Flux originaire de l'Atlantique nord

Dans l'hémisphère nord la masse continentale est prépondérante et le

réchauffement de l'été boréal interdit l'établissement d'anticyclones sur l'Afrique. Seul l'océan permet l'installation de centres de hautes pressions permanentes. La cellule de circulation qui s'organise autour du centre anticyclonique des Açores dirige sur la bordure occidentale de la partie nord du continent africain un flux d'alizés maritimes de secteur nord. Au cours de l'été boréal, ces alizés peuvent tre attirés par les basses pressions continentales et pénétrer la bordure côtière du Sénégal (vent d'ouest nord-ouest).

- Flux originaire de l'anticyclone égypto-lybien

Cet anticyclone dirige sur le continent un flux d'alizés continentaux secs et chauds connu sous le nom d'harmattan. Ce flux d'air intéresse l'ensemble du continent situé au nord de l'équateur météorologique, sa variabilité est importante. Il n'est pas rare qu'il se fasse sentir jusqu'à la bordure équatoriale du continent africain (Ghana, Côte d'Ivoire...).

3.2.4. Le champ de vent et sa variabilité

Les variations d'intensité et de position des centres anticycloniques déterminent l'évolution saisonnière du vent de surface.

En hiver boréal, le refroidissement de l'hémisphère nord permet l'établissement de hautes pressions sur le continent africain qui prolongent l'anticyclone des Açores. Celui-ci atteint son intensité maximale et sa position la plus méridionale en mars. Le long de la côte mauritano-sénégalaise, les alizés soufflent du secteur nord à nord-est de novembre à février. C'est une période d'alizés continentaux et d'harmattan. Les vitesses sont de l'ordre de 4 à 5 m/s. De mars à mai les vents sont de secteur nord, la composante est devient dominante au fur et à mesure de leur progression vers le sud. C'est la période d'alizés maritimes où les vents atteignent leur maximum d'intensité : 5 à 6 m/s le long des côtes, 7 m/s à l'ouest de 18° ouest. Dans le golfe de Guinée l'alizé de l'hémisphère sud atteint l'équateur avec une faible vitesse horizontale (3 m/s) et le traverse entre 20° ouest et la côte gabonaise. Le flux de mousson est alors faible et n'intéresse que la bordure côtière de l'Afrique dans le golfe de Guinée. Les vents, à forte composante zonale, sont maximum dans la partie ouest du bassin (10° nord, 40° ouest) où ils atteignent des vitesses égales ou supérieures à 7 m/s.

En été boréal (juillet, aout, septembre), l'anticyclone de Sainte Hélène se renforce et migre vers le nord. L'équateur météorologique atteint sa position la plus nord (10° nord) en juillet-aout. Le réchauffement du continent africain au nord de l'équateur permet l'établissement de zones de basses pressions. Le long de la côte mauritano-sénégalaise le vent de secteur nord-est est minimum en septembre (2-3 m/s) et peut être aspiré par les basses pressions continentales, il pénètre alors sur le Sénégal au sud du Cap Vert et prend une forte composante ouest. Lorsque la ZITC atteint la latitude du Cap Vert les vents deviennent instables. Les alizés issus de l'anticyclone de Sainte Hélène couvrent tout l'Atlantique intertropical jusqu'à 10° nord. L'intensité du vent atteint son maximum en août (5 à 7 m/s à 40° ouest), le flux de mousson dévié au passage de l'équateur par la force de Coriolis et par les basses pressions continentales, envahit le continent jusqu'au Tibesti au nord et les hauteurs éthiopiennes à l'est.

L'étude de la variabilité de la tension du vent sur l'Atlantique intertropical faite par Servain et al. (1985) montre que les régions pour lesquelles la variabilité saisonnière est maximum se situent autour de l'équateur météorologique. Les maxima de variations se

produisent le long de la position moyenne de la ZITC. La variabilité de la tension du vent dans le golfe de Guinée est de 3 à 4 fois moins importante que dans l'ouest du bassin.

3.3. LA CIRCULATION OCEANIQUE DANS L'ATLANTIQUE INTERTROPICAL

3.3.1. La circulation de surface

Le vent est le principal moteur de la circulation océanique de surface. Il entraîne par friction une couche plus ou moins épaisse de la surface de l'océan; on retrouve donc dans chaque hémisphère une circulation anticyclonique associée aux anticyclones des Açores et de Sainte Hélène. La dissymétrie de leur position géographique par rapport à l'équateur se retrouve dans la circulation océanique superficielle. La zone de l'étude sera soumise à l'influence de la circulation de l'hémisphère sud.

- Dans l'hémisphère nord, bordant la dérive nord-atlantique (DNA) on trouve : (figure 3.2; Wauthy, 1983).

. Le courant des Canaries, longeant la côte marocaine et mauritanienne, il quitte la côte vers 20° nord pour se diriger vers le sud ouest.

. Sur la face équatoriale de la dérive nord-atlantique, le courant équatorial nord (CEN) qui prolonge le courant des Canaries. Il se dirige vers l'ouest avec une composante méridienne orientée vers le sud à l'est, et vers le nord à l'ouest. Sa vitesse moyenne dépasse 10 cm/s, elle est plus faible sur le bord est que sur le bord ouest. Ce courant présente de faibles variations saisonnières et s'affaiblit à l'est entre juin et septembre.

. Entre 4° nord et 8° nord, le contre courant équatorial nord (CCEN) se dirige vers l'est. Il est permanent à l'est de 20° ouest et se prolonge dans le golfe de Guinée par le courant de Guinée. Il subit de fortes variations saisonnières. A partir de mai-juin le CCEN s'étend vers l'ouest et vers le nord, il atteint son extention maximale vers septembre où il occupe tout le bassin à l'est de 50° ouest entre 4° et 10° nord. Sa vitesse est de l'ordre de 40 cm/s. De novembre à janvier le CCEN disparait progressivement par l'ouest et en mars n'existe plus qu'à l'est de 20° ouest. De mars à juin le courant porte à l'ouest, à l'ouest de 20° ouest (Richardson, 1984).

. Le prolongement du CCEN, ou courant de Guinée, longe la côte africaine (5° nord - 2° nord) jusqu'au fond de la baie du Biafra. Il s'intensifie à l'est du cap des Palmes pour atteindre des vitesses de l'ordre de 30 cm/s. Entre 4° est et 8° ouest on observe deux maxima de vitesse l'un en juillet-août (60 cm/s) , l'autre en février (40 cm/s). La permanence de ce courant provoque l'accumulation d'eau au fond de la baie du Biafra ; celle-ci se vidange par la branche nord du courant équatorial Sud.

- Dans l'hémisphère sud, bordant la dérive sud atlantique (DSA) on trouve :

. Le courant de Benguela qui longe la côte de Namibie vers le nord. Il s'infléchit vers l'ouest au niveau du cap Frio (17° sud).

. Sur la face équatoriale de la dérive sud-atlantique, le courant équatorial sud (CES) qui se dirige vers l'ouest est beaucoup plus développé que son homologue le courant équatorial nord puisqu'il atteint 3° nord.

Dans l'Atlantique central le courant équatorial sud se divise en deux branches, vers 2° nord et 4° sud, se dirigeant vers l'ouest. Leur vitesse moyenne est de 35 cm/s.

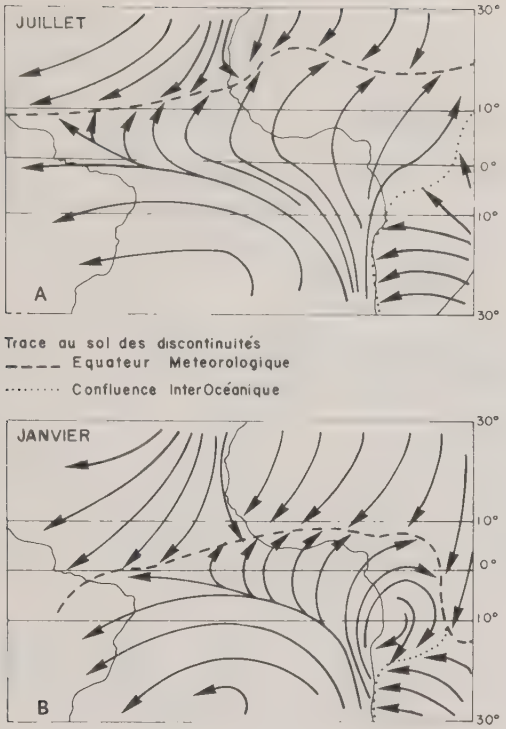


Figure 3.1 Schéma de circulation atmosphérique en surface. La circulation au-dessus de l'océan est déterminée par l'anticyclone des Açores dans l'hémisphère nord, et de Sainte Hélène dans l'hémisphère sud. La zone de confluence des Alizés (ZITC) se déplace suivant les saisons. En juillet elle est à sa position la plus nord.

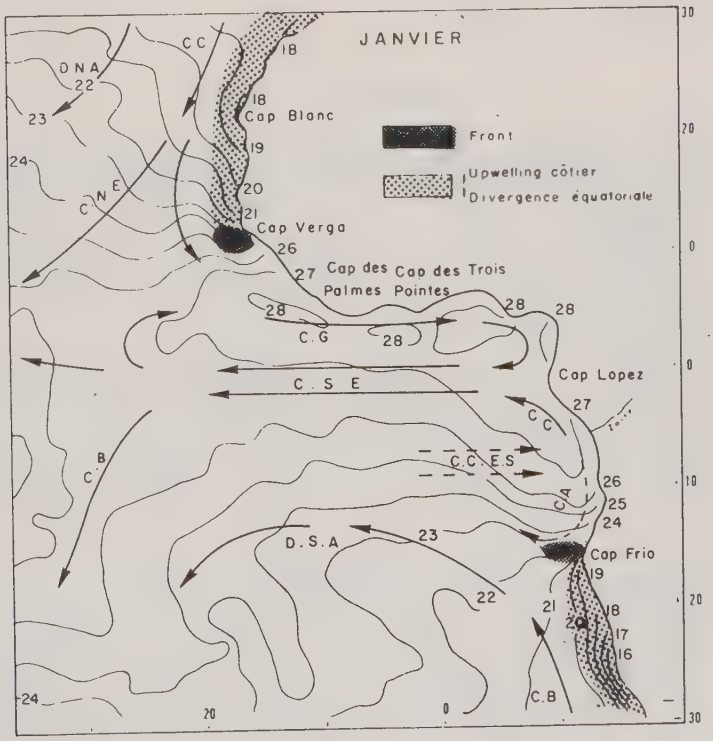


Figure 3.2.a Température et circulation de surface en janvier. Les courants de surface sont entraînés par les vents, et l'on retrouve dans cette circulation, les mouvements anticycloniques de l'atmosphère des hémisphères nord et sud. Le système de courants se déplace vers le nord de janvier à juillet (Wauthy, 1983).

Devant le continent sud américain, la branche sud du courant équatorial sud se scinde en deux courants: le courant du Brésil (15 cm/s) qui se dirige vers le sud, et le courant de Guyane (60 cm/s) vers le nord. La branche nord du CES fusionne avec ce dernier vers 4° nord - 50° ouest. La branche nord du CES présente un cycle-annuel marqué avec des maxima de vitesse en juin et décembre. La branche sud présente de plus faibles fluctuations mensuelles dominées par une période annuelle. De septembre à février, les deux branches ont des vitesses égales, de juin à août la branche nord est plus rapide, tandis que de mars à mai c'est l'inverse.

Dans l'ouest du bassin (35° à 45° ouest) la structure à deux branches du CES est seulement présente d'août à novembre. Dans l'est du bassin (10° à 20° ouest), la branche nord à sa vitesse maximum (66 cm/s) en juin vers 2° nord. Les minima se produisent en octobre et février. La branche sud a une vitesse maximum de 50 cm/s de mai à juillet vers 4° sud. Pendant quelques mois, de décembre à février, les branches nord et sud fusionnent pour former un courant unique (Richardson et Mc Kee, 1984). Le minimum de vitesse relatif du courant équatorial sud-est provoqué par l'upwelling équatorial qui ralentit le courant vers 1° sud.

Il est intéressant de noter que deux bouées (E1475 et E1476) lachées à moins de 24 heures d'intervalle en décembre 1984 devant l'embouchure du fleuve Congo ont suivi des trajectoires totalement différentes. La bouée E1476 placée dans le panache d'eau peu salée du fleuve s'est dirigée dans la baie du Biafra, tandis que la bouée E1475 placée au sud du front halin s'est dirigée vers l'ouest; c'est la seule bouée prise dans le courant équatorial sud à ne pas être restée piégée dans la baie du Biafra (figure 3.3).

3.3.2. La circulation subsuperficielle

Il existe dans l'Atlantique intertropical un système de trois contre courants subsuperficiels (Hisard et al., 1976) se dirigeant vers l'est. Le plus connu est le sous courant équatorial (SCE) ou courant de Lomonosov qui traverse tout l'Atlantique le long de l'équateur; de part et d'autre, vers les latitudes 5° nord et 5° sud coulent le contre courant subsuperficiel nord (CCSN) et le contre courant subsuperficiel sud (CCSS).

Le sous courant équatorial s'écoule vers l'est à l'encontre des vents dominants. Ceux-ci provoquent une accumulation d'eau sur le bord ouest de l'océan où la thermocline s'enfonce : à l'est celle-ci est proche de la surface. La pente est-ouest de la thermocline engendre un gradient de pression vers l'est qui est la cause du sous courant équatorial.

Le sous courant de Lomonossov est un courant permanent et stable qui prend naissance devant les côtes du Brésil et s'achève dans le fond du golfe de Guinée. Il est centré sur l'équateur, a une largeur d'environ 200 km, une épaisseur de 150 m et son noyau de vitesse maximum se situe entre 50 et 125 m de profondeur, dans la partie supérieure de la thermocline. La vitesse de ce courant est de l'ordre de 60 à 130 cm/s (figure 3.4; Voituriez, 1983). Au noyau de vitesse maximum est associé un maximum de salinité dont les valeurs décroissent d'ouest en est. Ce maximum n'est toutefois pas une propriété permanente dans le golfe de Guinée où il peut même disparaître en été boréal.

Le sous courant équatorial présente des oscillations latitudinales d'amplitudes de 30 à 40 milles avec une période de l'ordre de 15 jours. Des mesures du transport saisonnier pendant la première expérience mondiale du GARP (Global Atmospheric Research Program) entre août

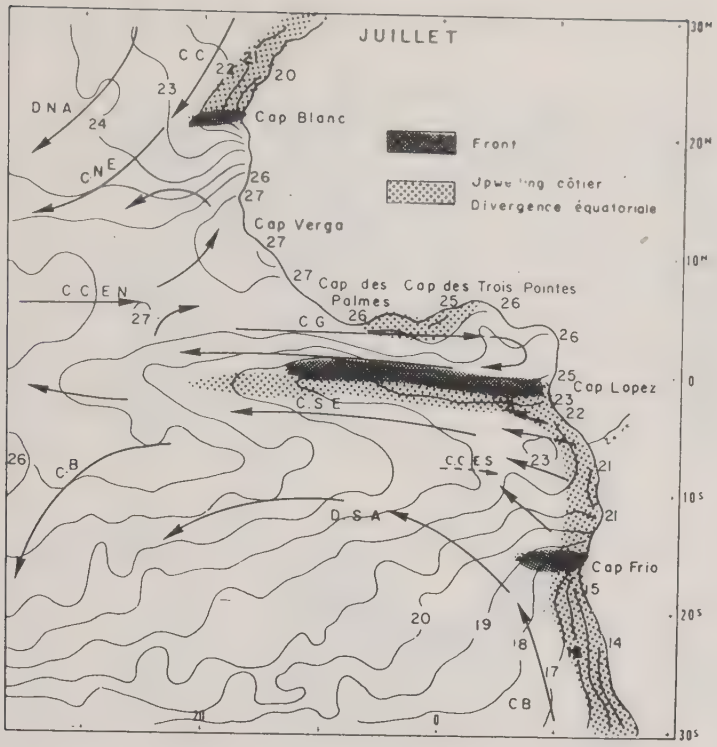


Figure 3.2.b Température et circulation de surface en juillet. (Idem fig. 3.2.a).

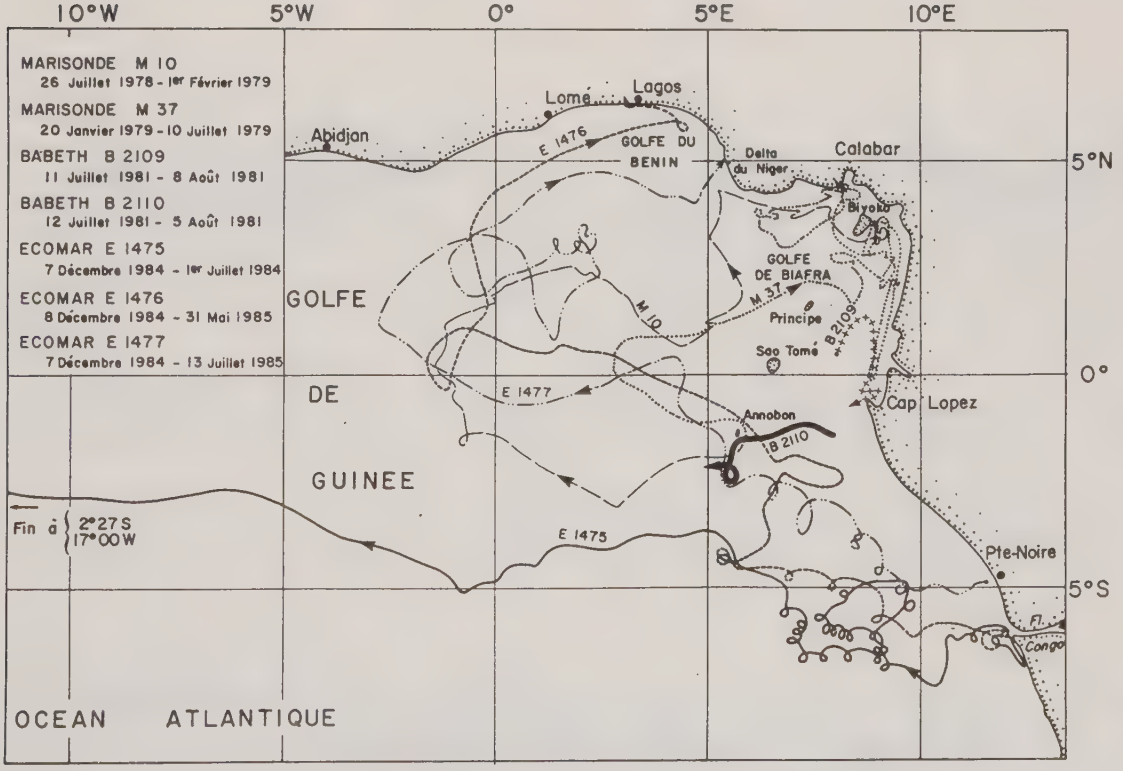


Figure 3.3 Trajectoire de bouée dérivantes. Le suivi des bouées montre la complexité de la circulation de surface dans le fond du golfe de Guinée. Seule la bouée E1475 lachée au sud du front halin du au fleuve Congo est prise dans le courant équatorial sud et sort du golfe de Guinée (Piton et Kartavtseff, 1986).

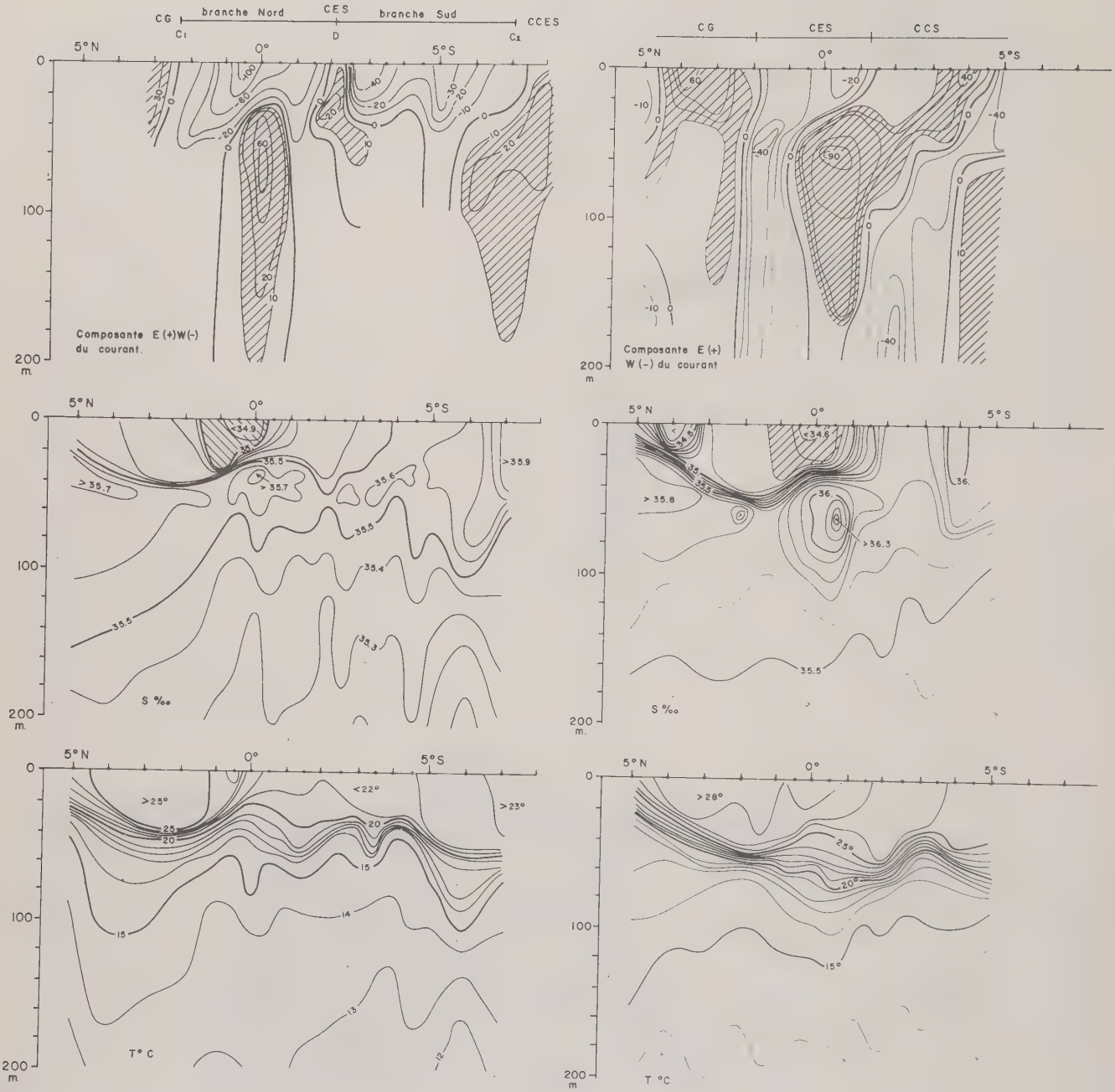


Figure 3.4 Sections le long de 4° ouest: température, salinité, composante zonale du courant. A gauche, saison froide CIPREA I (août 1978). A droite, saison chaude CIPREA 2 (avril 1979) (Voituriez, 1983).

1978 et mars 1980 ont montré que le transport moyen de ce courant était de 21 106 m3/s (Katz et al., 1981).

La terminaison du SCE n'est pas connue avec précision. Au fond du golfe de Guinée, le sous courant se séparerait en deux branches, l'une se dirigeant vers le nord (baie du Biafra) la seconde vers le sud le long de la côte du Gabon (Hisard et al., 1973).

Les deux contre courants subsuperficiels nord et sud (CCSN et CCSS), symétriques par rapport à l'équateur (5° nord - 5° sud), sont associés à une pente descendante des isothermes (9° - 10°C à 12° - 13°C) vers l'équateur entre 150 et 400 m de profondeur. Ils sont indépendants des contre courants équatoriaux nord et sud qui coulent en surface; ils s'incurvent vers les pôles à l'approche du continent africain. Seul le CCSS persiste dans le golfe de Guinée . Leur débit total moyen a été estimé entre 30 et 40 10^6 m3/s.

On note enfin la présence d'un sous courant portant à l'ouest, à l'équateur, associé à la seconde thermocline vers 300 - 400 m de profondeur.

En outre, dans le golfe de Guinée, sous le courant de Guinée (entre 20 et 50 m de profondeur) se trouve, plaqué à la côte, un flux portant à l'ouest : le sous-courant ivoirien. Sa vitesse moyenne est d'environ 30 à 40 cm/s et la veine centrale peut atteindre la surface lorsque le courant de Guinée disparait (Lemasson et Rebert, 1973).

Enfin, plus au sud (entre 100 et 300 m de profondeur) existe un courant portant à l'ouest que Lemasson et Rebert (1973) ont appelé contre-courant de Guinée.

3.3.3. Les zones frontales

Les courants océaniques de surface et de subsurface transportent des eaux d'origines très différentes. La rencontre de ces masses d'eau crée des zones frontales qui peuvent se révéler importantes pour le milieu vivant. La zone frontale du cap Lopez, dans le fond du golfe de Guinée, a été particulièrement étudiée (Hisard et al., 1975). Elle se forme en juin au début de la saison froide, et sépare les eaux guinéennes chaudes et dessalées, au nord, d'eaux froides et de salinité élevée, au sud. Ces dernières sont issues du sous courant équatorial soit :

- par une remontée générale des eaux du sous courant
- par l'upwelling côtier, qui au sud du cap Lopez permet aux eaux profondes dérivées du sous courant équatorial d'atteindre la surface.

Cette zone frontale est temporaire et dès juillet ou août l'eau guinéenne pénètre dans les eaux froides. Ces poches ont été reconnues comme étant des zones très productives où se concentrent temporairement des thonidés.

3.4. REMONTEES D'EAUX FROIDES

3.4.1. Généralités

Le régime des vents dans l'Atlantique équatorial induit une accumulation d'eau chaude dans la partie ouest du bassin; la thermocline s'enfonce, contrairement au golfe de Guinée où elle affleure la surface. En conséquence les mouvements verticaux saisonniers de la thermocline à l'est (en été boréal) conduisent à des variations importantes de la température de surface de l'océan (5° à 7°C contre 1° à 2°C à l'ouest). Cette remontée en surface de la thermocline (upwelling) permet aux eaux froides, riches en sels nutritifs, d'atteindre la couche éclairée par le

soleil, facteur essentiel de la photosynthèse. Les principales zones d'upwelling de l'Atlantique intertropical sont : la côte sénégalaise (principalement au sud de la presqu'île du Cap Vert), la côte "nord" du golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Ghana...), la côte "sud" du golfe de Guinée (Gabon, Congo ..) et la bande équatoriale.

Les mécanismes de ces upwellings, s'ils sont bien connus pour les côtes du Sénégal (dérive d'Ekman), ont fait l'objet de récents développements théoriques dans le golfe de Guinée. Une structure particulière de la thermocline, appelée dôme fera l'objet du paragraphe 3.4.4.

3.4.2. La saison chaude

Le cycle annuel de la température de surface de la mer le long des côtes du golfe de Guinée se décompose en :
- une saison froide de juin à septembre
- une saison chaude d'octobre à mai interrompue en janvier et février par une petite saison froide.

La petite saison froide a jusqu'à présent suscité un intérêt moindre que la grande saison froide, à cause de variations thermiques de surface plus faibles (de 1° à 3°C) et limitées à la côte. Pourtant celles-ci présentent de fortes variations interannuelles pouvant aboutir à sa disparition complète; la petite saison froide n'apparait pas à l'équateur et semble donc être un phénomène purement côtier. Roy (1982) a montré que le minimum de température de surface de la mer de la petite saison froide se propageait le long de la côte du Ghana et de la côte d'ivoire de l'est vers l'ouest à l'encontre du courant de Guinée, mais il n'a pas pu dégager de mécanismes permettant d'expliquer ce phénomène.

3.4.3. La grande saison froide

3.4.3.1 L'upwelling sénégalais (figure 3.5)

Sur la côte d'Afrique de l'ouest, le vent constitue le principal moteur de l'upwelling, même si la topographie du fond et la forme de la côte ont une influence sur son intensité.

En fin de saison chaude (octobre), la couche de surface est chaude et dessalée, le milieu est fortement stratifé au niveau de la thermocline. L'installation des alizés provoque la remontée de la thermocline vers la surface. Les vents étant encore faibles et irréguliers, la stratification subsiste jusqu'au mois de décembre avant d'être progressivement détruite par diffusion turbulente. A partir de février et jusqu'en mai, la direction du vent se stabilise au nord-est et son intensité augmente (5 - 7 m/s). Le long de la côte se forme alors deux zones d'upwelling permanent séparées par une zone de convergence au nord de Dakar (vers Kayar) où les vents soufflent pratiquement perpendiculairement à la côte. Au nord de cette zone, l'upwelling s'éloigne de la côte en raison :
- de la topographie du plateau continental et de l'influence du Cap-Vert.
- du gradient de la composante méridienne du vent.

3.4.3.2 Upwellings dans le golfe de Guinée

- Les upwellings côtiers

Dans le golfe de Guinée se trouvent deux zones d'upwellings côtiers (figure 3.6; Herbland et al., 1983) :
- le long de la côte au nord de l'équateur entre 2° nord et 8° ouest.

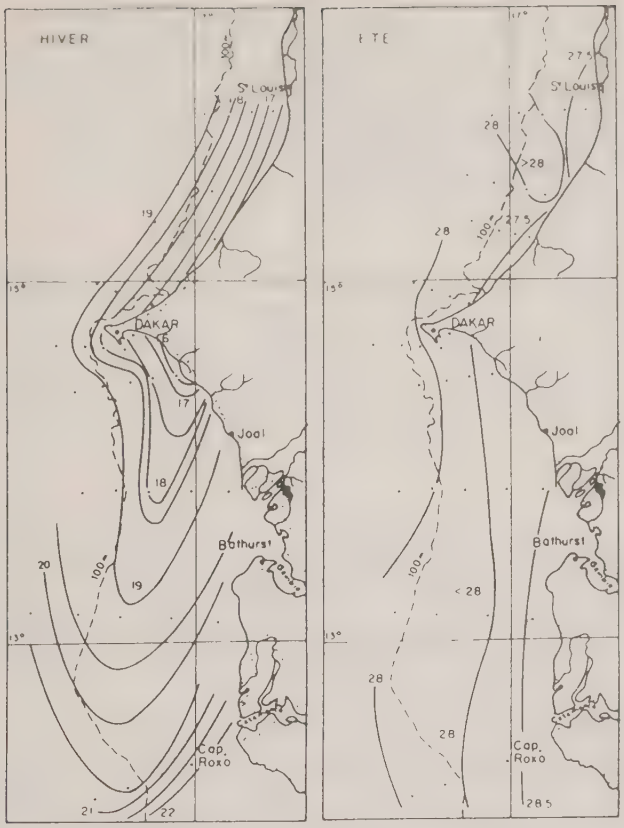


Figure 3.5

Température de surface devant les côtes du Sénégal. En été, la température de surface est uniforme sur l'ensemble de la zone. En hiver, les eaux froides de l'upwelling sont plaquées à la côte au nord de Dakar; au sud, on remarque la langue d'eau froide qui s'éloigne de la côte (Rebert, 1973).

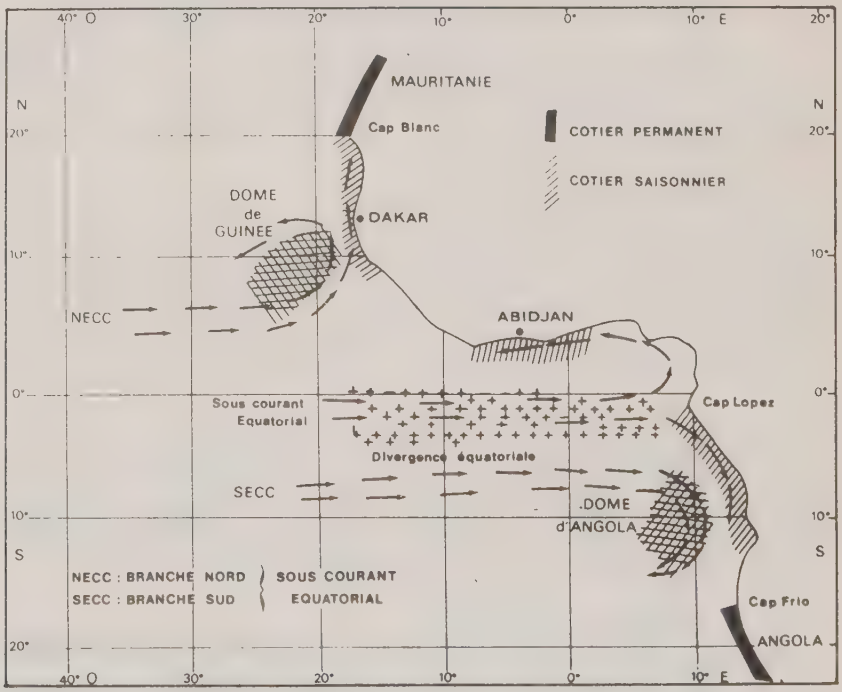


Figure 3.6 Les différentes zones d'enrichissement dans l'Atlantique tropical oriental. Celles-ci sont principalement dues à la remontée des eaux profondes en surface (upwelling) entre juillet et septembre. Elles sont localisées le long de la côte et à l'Equateur (Herbland et al., 1983).

- le long de la côte au sud de l'équateur, entre l'équateur et 20° sud, l'upwelling est saisonnier; au sud de 20° sud il est permanent.

L'upwelling dure pendant les mois de juillet, août et septembre mais on note des différences dans la date d'établissement et la durée suivant les zones : le minimum de température, par exemple, lors de l'upwelling apparait en moyenne 30 jours plus tôt à Pointe Noire qu'à Abidjan.

Les actions locales du vent et des courants ne permettent pas d'expliquer entièrement ces upwellings.

* Divergence d'Ekman

Le long de la côte nord (Côte d'Ivoire, Ghana...) le vent de mousson souffle pratiquement parallèlement à la côte, mais les faibles variations saisonnières du vent dans le golfe de guinée font qu'il n'a pas été possible de corréler celui-ci avec l'upwelling (Bakun, 1978). De même sur la côte au sud de l'équateur la corrélation est faible entre 2° sud et 13° sud, elle devient bonne entre 13° sud et 20° sud.

* Advection par les courants

Le long de la côte nord coule en subsurface un contre courant dirigé vers l'ouest qui est trop faible pour expliquer l'upwelling par advection d'eau froide en provenance de la baie du Biafra.

Le long de la côte sud le transport d'eau froide par le courant de Benguela ne permet pas d'expliquer l'upwelling au nord de 13° sud, car ce courant se dirige vers l'ouest à partir de 18° sud.

* Upwelling induit par les courants

Ingham (1970) a proposé que la remontée des isothermes, induite par un renforcement du courant de Guinée alors en équilibre géostrophique, pouvait être la cause du refroidissement observé le long du littoral ivoiro-ghanéen; les modèles numériques ont toutefois montré que le refroidissement ainsi induit serait minime.

- L'upwelling équatorial (figure 3.7 et 3.8)

L'upwelling équatorial est présent à l'est de 20° ouest entre juillet et septembre. Ici encore les mécanismes faisant appel aux actions locales du vent et des courants ne permettent pas d'expliquer entièrement l'upwelling.

* Divergence d'Ekman

Un vent zonal produit une divergence centrée sur l'équateur, mais dans le golfe de Guinée le vent est principalement méridien et doit engendrer une divergence au sud de l'équateur selon le schéma classique de Cromwell (1983). Cette divergence est effectivement observée vers 2°30' sud. Ces vents ne peuvent pas par contre expliquer la remontée de la thermocline telle qu'elle est observée à l'équateur.

* Advection par les courants

L'upwelling équatorial pourrait être nourri par les eaux froides de l'upwelling de la côte sud, advectées par le courant de Benguela. Des observations satellitaires (Citeau et al., 1980) et les campagnes océanographiques CIPREA ont toutefois montré que le phénomène équatorial était indépendant de l'upwelling côtier.

* Mélange vertical

Les mélanges verticaux sont particulièrement intenses dans la zone de cisaillement entre le sous courant équatorial en subsurface et le courant équatorial sud en surface. On a pensé que l'augmentation de ces mélanges en été était responsable du refroidissement de surface, mais il semble que les variations saisonnières du mélange vertical soient faibles, du moins à l'est de 4° ouest. Par ailleurs Voituriez (1983) a montré que ce refroidissement était associé à une remontée de la structure hydrologique à travers le sous courant équatorial. Le

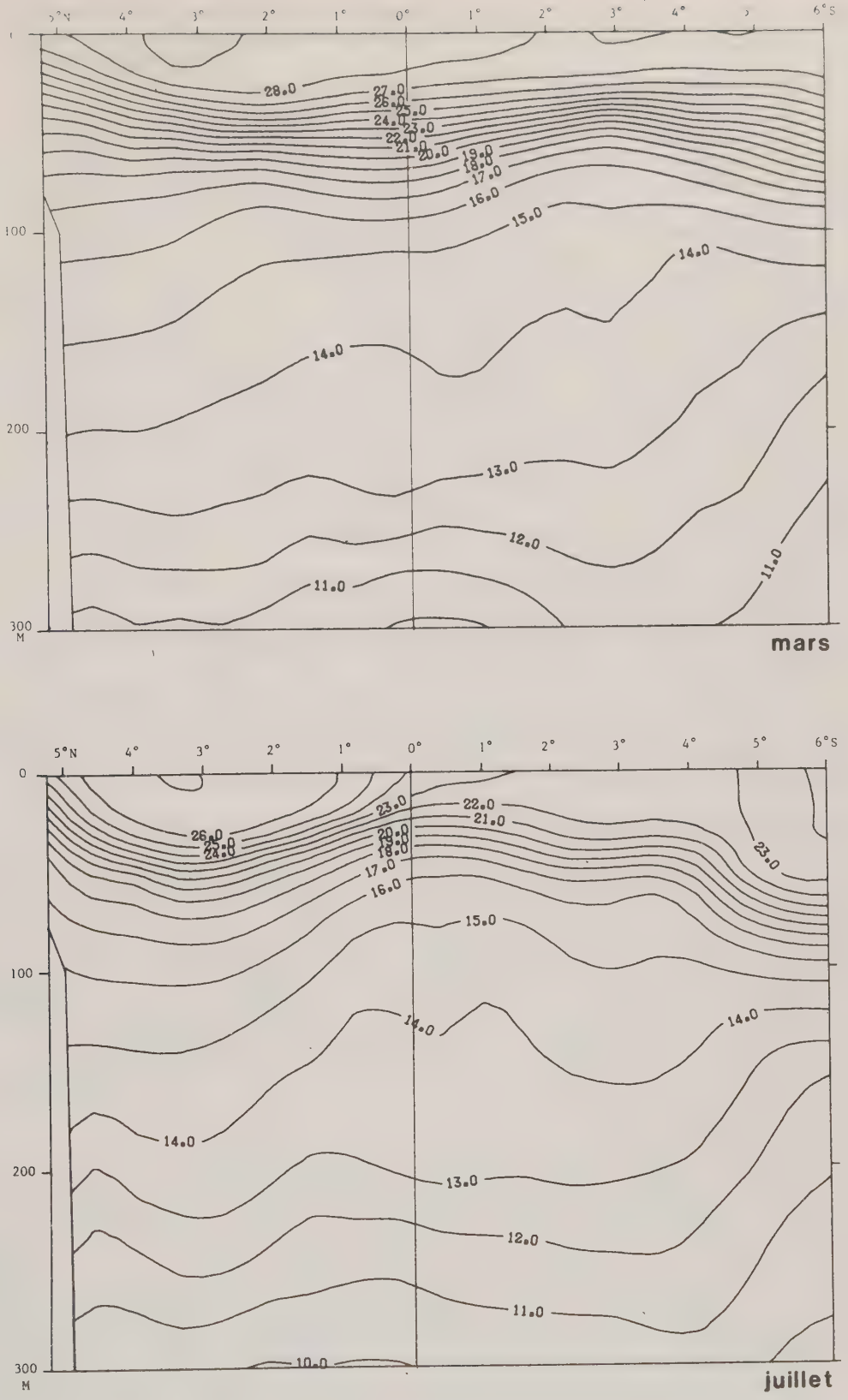


Figure 3.7 Coupes thermiques moyennes de 0 à 300 m entre Abidjan et 6° sud à 4° ouest. La remontée des isothermes en juillet à la côte (5° nord) et à l'équateur est bien visible. La température de surface est minimum entre 2° sud et 3° sud à cause de la divergence dûe aux vents.

mécanisme de cette remontée est maintenant mieux compris grâce à la théorie d'une action éloignée du vent (Remote Forcing).

3.4.3.3 Théorie du"remote forcing"

Moore et al. (1978) ont avancé l'hypothèse selon laquelle l'upwelling dans le golfe de Guinée serait la conséquense de l'augmentation de l'intensité des vents devant les côtes du Brésil. L'intensification des vents zonaux provoque une accumulation d'eau sur le bord ouest. A l'est de la zone d'action du vent une onde se propage vers l'est. L'équateur, à cause de l'annulation de la force de Coriolis, joue le rôle de guide d'onde ; cette propriété impose à l'onde générée, dite onde de Kelvin, de se propager le long de l'équateur. A l'arrivée sur les côtes africaines, cette onde se sépare en deux ondes de Kelvin côtières se propageant le long de la côte africaine vers le nord et vers le sud. Cette onde au cours de sa propagation le long de l'équateur et de la côte africaine soulève la structure thermique permettant à la thermocline d'arriver en surface. S'appuyant sur ce schéma:

* Servain et al. (1982) ont montré qu'il existait une bonne corrélation, avec un mois de retard, entre les anomalies interannuelles de la composante zonale de la tension du vent devant le Brésil et les anomalies interannuelles de la température de surface dans le golfe de Guinée.

* Picaut (1983) a montré que le signal de température de surface pendant la période d'upwelling se propageait :

- à partir de l'équateur, vers le sud le long de la côte sud.
- le long de la côte nord, vers l'ouest à partir du Togo-Bénin jusqu'au cap des Palmes.

L'explication de Moore et al. basée sur une augmentation soudaine du vent devant le Brésil est schématique. Dans la réalité la structure spatiale et temporelle du vent est complexe, et les intensifications et relaxations du vent se font de manière continue.

Les modèles numériques ont permis de préciser les mécanismes de la réponse de l'océan à l'action du vent (Cane, 1984 ; Busalacchi et Picaut, 1983 ; Du Penhoat et Treguier, 1985). Les variations continues du vent génèrent de multiples ondes qui se propagent et se réfléchissent sur les bords est et ouest du bassin. La superposition (reflexion + interférences) de l'ensemble de ces ondes contribue à l'état d'équilibre du bassin. Il est donc difficile de distinguer la propagation d'une onde individuelle. Schématiquement l'océan réagirait à l'équateur à la tension du vent intégrée sur l'ensemble du bassin, et pas seulement à la tension devant le Brésil.

3.4.4. Les dômes thermiques

Le terme dôme désigne une remontée de la thermocline qui affleure la surface sans jamais l'atteindre. Dans l'Atlantique intertropical, les dômes sont associés à la terminaison des contre courants subsuperficiels équatoriaux nord et sud ; ceux-ci sont permanents et se dirigent vers les pôles quand ils atteignent le continent africain. Cette rotation des courants provoque une circulation cyclonique qui crée sous la thermocline des dômes thermiques subsuperficiels permanents. Lorsque les conditions de vents et de pressions sont favorables à la remontée des sous courants en surface, ces dômes profonds émergent au niveau de la thermocline : c'est cette structure particulière qui prend le nom de dômes thermiques (Voituriez, 1981).

Dans l'Atlantique est, deux dômes ont été identifiés:

- Le dôme de Guinée, centré approximativement sur 12° nord - 22° ouest, et associé à la terminaison du contre courant subsuperficiel nord

Figure 3.8 Evolution de la température de surface le long de 4° ouest, entre 5° nord et 6° sud au cours d'une année moyenne. La saison chaude, de janvier à mai est caractérisée par des températures supérieurs à 27°C; de juillet à septembre la température est inférieure à 25°C, elle est minimum au niveau de la divergence sud équatoriale (2° sud) et le long de la côte.

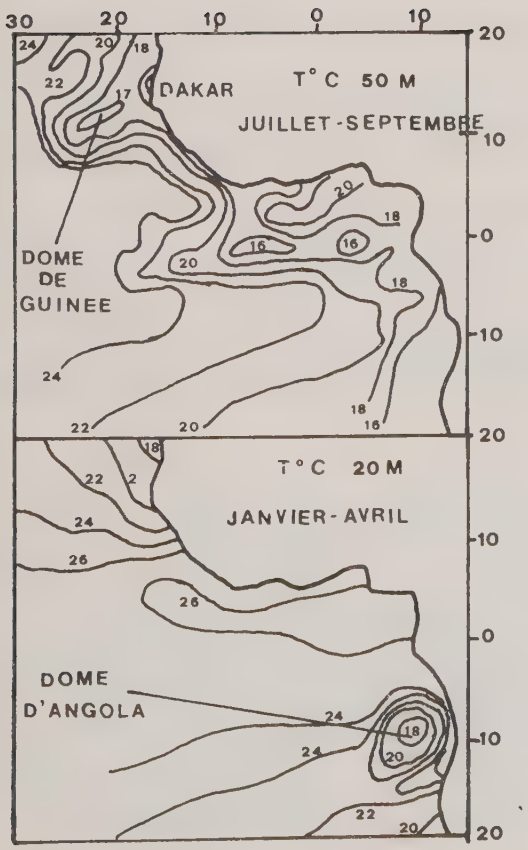


Figure 3.9 Les dômes thermoclimaux de l'Atlantique. Ils sont caractérisés par une remontée de la thermocline qui n'atteint jamais la surface. Le dôme de Guinée (12° nord au 22° ouest) apparaît en été de juillet à septembre. L'existence d'un dôme d'Angola, vers 10° sud - 10° est est incertaine; les observations n'ayant jamais confirmé les estimations statistiques faites par Mazeika (Mazeika, 1967).

(figure 3.9; Mazeika, 1967), apparait au niveau de la thermocline en été (juillet à septembre). Il est associé au passage de la zone intertropicale de convergence, donc à des vents faibles et instables et à des pressions atmosphériques basses, conditions propices à l'apparition en surface du sous courant équatorial nord (Voituriez, 1981).

Par ailleurs le rotationnel du vent, positif sur la région à cette époque de l'année (synonyme d'une circulation cyclonique) provoque un départ de l'eau vers la droite du sens de rotation du vent (force de Coriolis), le déficit en eau au centre de cette circulation est comblé par une remontée de l'eau subsuperficielle qui accentue celle engendrée par les courants.

- Le dôme d'Angola est centré vers 10° sud - 9° sud et est associé à la terminaison du contre courant subsuperficiel sud. Toutefois son existence est incertaine et les estimations statistiques faites par Mazeika (1967) vers 10° sud - 9° est n'ont pas été réellement confirmées par les observations qui ont suivies. On observe bien une crête thermique subthermoclinale associée au sous courant équatorial sud mais pas au niveau thermoclinal ce qui aurait permis de parler d'un dôme. La permanence et l'intensité du vent dans cette région s'opposent par ailleurs à l'apparition d'un dôme thermoclinal, excepté peut-être en hiver (Voituriez, 1981).

3.5. PRODUCTION

3.5.1. Production primaire

Les zones de forte production identifiées dans l'Atlantique équatorial sont représentées sur la figure 3.6 (Voituriez et Herbland, 1982); ce sont :

- les upwellings côtiers des côtes au nord de l'équateur (Mauritanie, Sénégal, côte d'Ivoire, Togo, Benin) et ceux au sud de l'équateur (Gabon, Congo, Angola).
- les dômes thermiques de Guinée et d'Angola.
- La divergence équatoriale.

Ces zones ne sont pas entièrement indépendantes car elles sont alimentées en eau centrale de l'Atlantique sud, riche en oxygène, par le système des trois contre courants subsuperficiels.

Les processus d'enrichissement sont différents suivant la structure thermique de subsurface :

- Les dômes correspondent à des crêtes thermiques; il s'agit donc d'un système à deux couches, dont la couche de mélange de surface est pauvre en nitrates.
- Les upwellings sont des zones où toute la structure thermique est remontée. La thermocline ayant crevé la surface, la couche homogène pauvre en nitrate a disparu.

Une des caractéristiques importantes de la zone euphotique de l'Atlantique intertropical est la permanence d'une structure verticale des paramètres physiques et chimiques. Herbland et al. (1983), l'ont dénommée "structure tropicale typique" ou STT (fig. 3.10; Costes, 1977). C'est une structure à deux couches : en surface, une couche chaude pauvre en sels nutritifs et en pigments chlorophylliens ; en dessous une couche froide riche en sels nutritifs. La nitracline qui coincide toujours avec l'oxycline et le maximum de chlorophylle se situe statistiquement au-dessous de la thermocline lorsque la profondeur de celle-ci ne dépasse pas 50-60 m et au-dessus lorsqu'elle dépasse 50-60 m. Statistiquement le gradient de température dans la thermocline diminue lorsqu'elle s'enfonce; celle-ci ne joue plus alors le rôle de barrière pour la nitracline. Des observations faites à des époques et des

endroits différents de l'Atlantique Est (Dôme de Guinée et d'Angola, zone équatoriale) montrent que l'on retrouve toujours la STT même lorsque la profondeur de la thermocline varie ; la stratification des paramètres physico- biologiques est remarquablement stable. Le même type de structure a d'ailleurs été observé dans le dôme de Costa Rica dans le Pacifique. La structure tropicale typique cesse d'exister quand les nitrates apparaissent en surface, c'est à dire en été boréal dans les zones d'upwelling et de la divergence équatoriale. Dans ces régions le maximum de production primaire a lieu en surface où se trouvent réunis les sels nutritifs et la lumière nécessaires à la production. Les dômes ont une structure tropicale typique permanente où la thermocline est proche de la surface ; dans ces zones le maximum de production apparait au sommet de la nitracline, riche en sels nutritifs.

La relation très étroite qui existe entre le nitrate et l'oxygène a permis de tracer des cartes de production primaire à partir des mesures d'oxygène qui sont plus nombreuses et probablement plus fiables .

En février-mars (figure 3.11; Equalant 1963. Herbland et al., 1983), les valeurs maximales (70-80 mgC/m2) se situent au niveau de la crête sud-équatoriale vers 3° sud, le long de la côte sénégalo-mauritanienne, et les valeurs minimales le long de la convergence nord-équatoriale. Il faut noter que 1963 a été une année exceptionnellement chaude, et que les valeurs de production primaire étaient donc probablement basses. En saison froide, les principales zones de production sont le dôme de Guinée et la divergence équatoriale, tandis que les valeurs sont minimales le long de la convergence nord-équatoriale.

On doit toutefois noter qu'à l'équateur la production primaire est importante toute l'année, ce qui signifie que l'apparition en surface de sels nutritifs pendant les périodes d'upwellings n'est pas synonyme d'une augmentation de la production primaire : c'est le paradoxe de la zone équatoriale. Celui-ci s'explique par l'existence d'une relation linéaire positive entre le phytoplancton et le zooplancton. Le broutage du phytoplancton par le zooplancton limite l'accroissement de cette biomasse, et par conséquent la consommation de sels nutritifs, ce qui permet la présence de fortes concentrations de nitrates dans l'Atlantique équatorial est (Herbland et al., 1983).

Les eaux tropicales ont longtemps été considérées comme des déserts biologiques, à l'exception des zones d'enrichissement tels que les upwellings, les dômes thermiques... L'utilisation de filtres de plus en plus fins a montré la présence d'organismes très petits (1 microns), insoupçonnés jusqu'à maintenant, qui participeraient à une fraction importante de l'activité photosynthétique dans les eaux tropicales. Une réévaluation de la fertilité de ces eaux est aujourd'hui nécessaire.

3.5.2. Oxygène

Les figures 3.12 et 3.13 (Merle, 1978) montrent les principales caractéristiques de la distribution d'oxygène au cours d'une année moyenne à 50 et 200 m. La concentration est plus faible à l'est de 20° ouest (4 $ml.l^{-1}$ à 50 m et 2 $ml.l^{-1}$ à 200 m) qu'à l'ouest (4 $ml.l^{-1}$ à 50 m et 3 $ml.l^{-1}$ à 200 m), elle présente toutefois un maximum relatif tout le long de l'équateur, supérieur à 4 $ml.l^{-1}$ à 50 m et 2.8 $ml.l^{-1}$ à 100 m. On note la présence de deux minima devant les côtes du Sénégal et de la Guinée,et devant celles de l'Angola. A 50 m les concentrations sont inférieures à 3 $ml.l^{-1}$ devant les côtes de l'Angola.

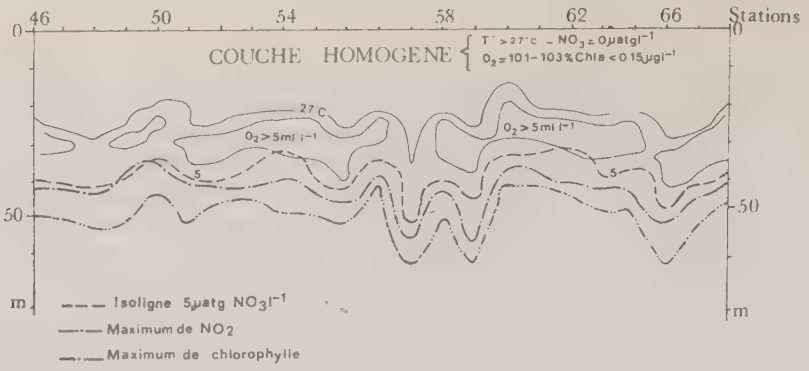


Figure 3.10 Superposition des coupes de températures, d'oxygène, de nitrate, de nitrite et de chlorophille a établies par Costes. Cette structure est caractéristique de la Structure Tropicale Typique. C'est une structure à deux couches: en surface, une couche homogène chaude pauvre en sels nutritifs et pigments chlorophilliens, en dessous une couche froide riche en sels nutritifs (Coste, 1977).

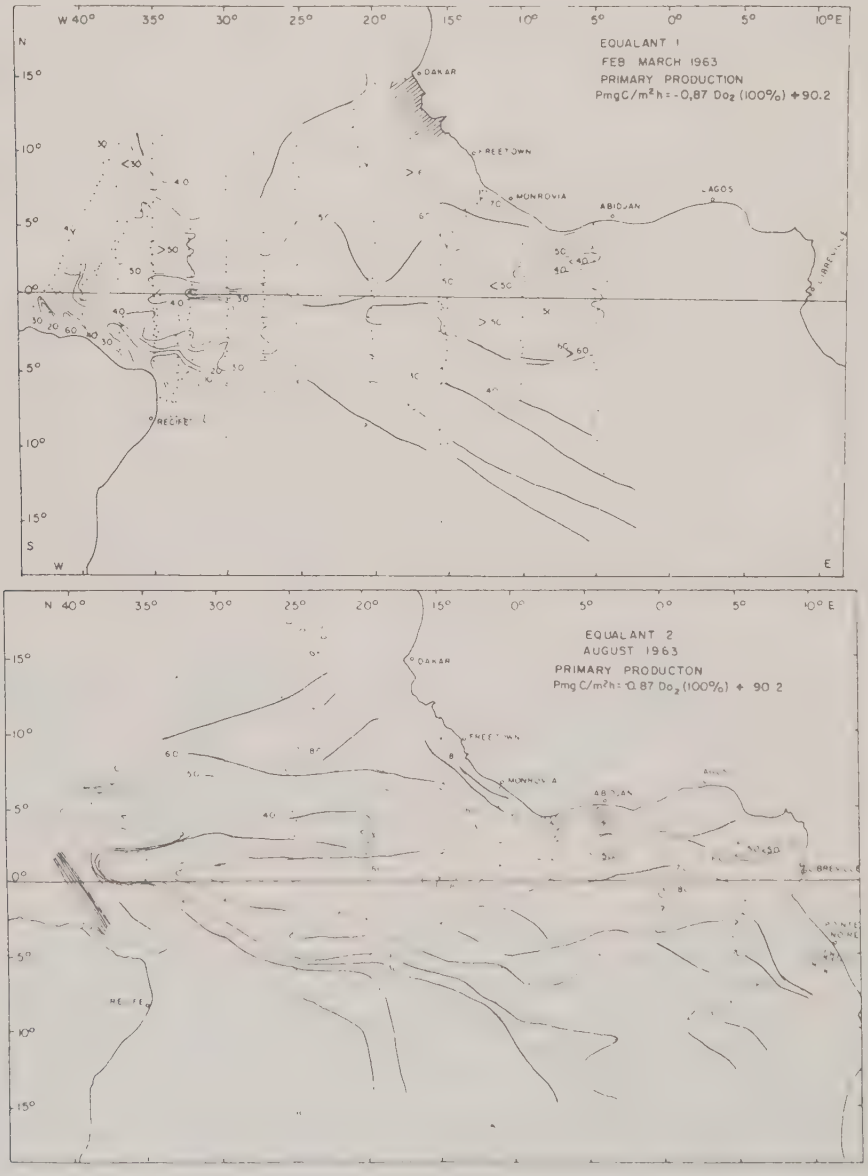


Figure 3.11 Cartographie de la production primaire d'après les mesures d'oxygène (profondeur de la sous-saturation) des campagnes Equalant 1 et 2. L'année 1963 pendant laquelle ont eu lieu ces campagnes a été exceptionnellement chaude; les valeurs de production primaire sont donc probablement plus basses que la normale (Herbland et al., 1983).

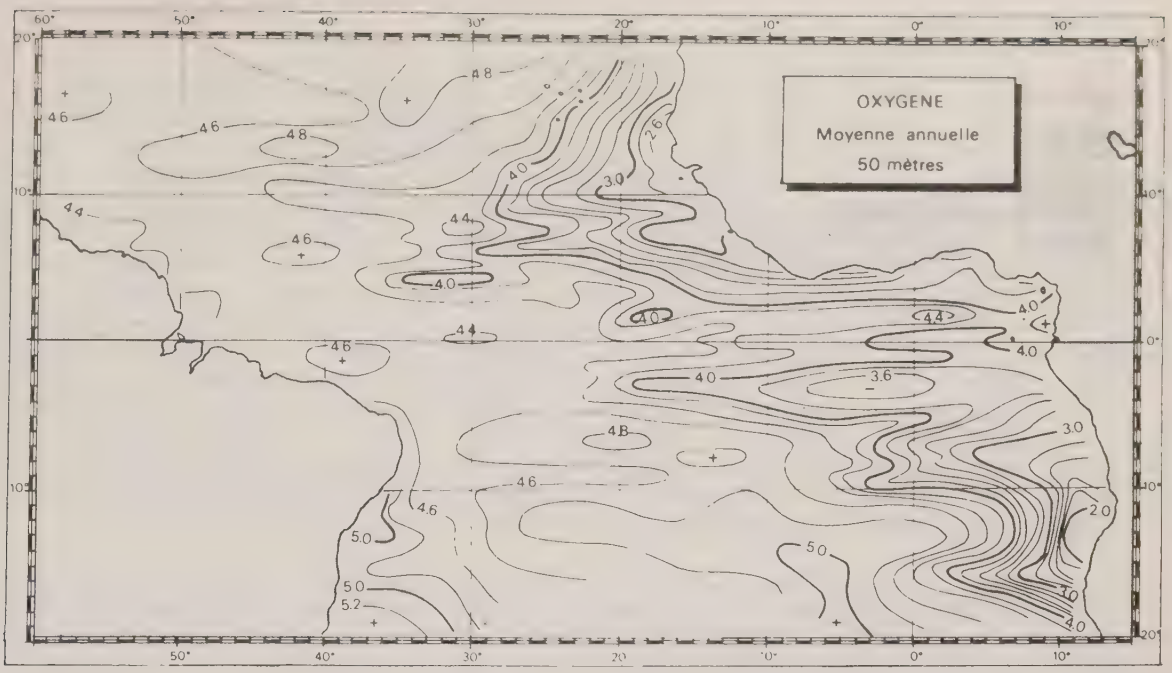


Figure 3.12 Distribution annuelle d'oxygène ($ml.l^{-1}$) à 50 mètres de profondeur. Les concentrations sont plus faibles à l'est de 20° ouest. On remarque la présence d'un maximum relatif tout le long de l'équateur. Les valeurs minimales se situent devant les côtes du Sénégal, de la Guinée et les côtes d'Angola (Merle, 1978).

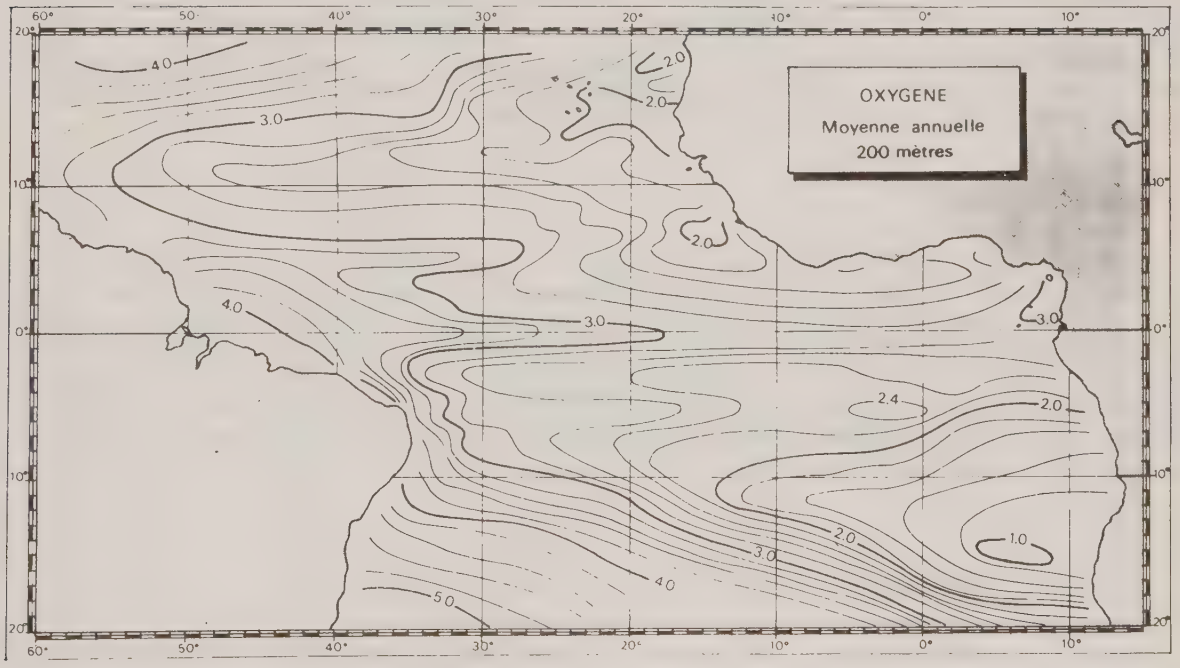


Figure 3.13 Distribution annuelle d'oxygène ($ml.l^{-1}$) à 200 mètres de profondeur. (D'après Merle, 1978). Même commentaires que pour la figure 3.12.

Distribution méridienne et zonale

La coupe à 4° ouest entre 5° nord et 24° sud (figure 3.14; Oudot, 1983) décrit bien la distribution méridienne en oxygène dans l'Atlantique équatorial est. La concentration de surface augmente progressivement vers le sud à cause du refroidissement des eaux qui accroit la solubilité de l'oxygène. Ce refroidissement permet par ailleurs à la couche homogène oxygénée de s'épaissir (elle atteint 150 m vers 20° sud). A l'équateur l'oxycline (couche de gradient vertical maximum) se rapproche de la surface et la teneur en oxygène présente un minimum (4.6 $ml.l^{-1}$); les remontées d'eaux profondes (divergence équatoriale) moins riches en oxygène appauvrissent la couche de surface. En subsurface la distribution en oxygène est fortement influencée par la circulation zonale. A l'équateur le sous courant équatorial transporte des eaux riches en oxygène (3.6 $ml.l^{-1}$). Un second maximum (3 ml.l-1) est associé au contre courant subsuperficiel sud vers 4° sud - 5° sud. De part et d'autre de ces maxima apparaissent des zones épuisées en oxygène le long de la Côte d'Ivoire et vers 12° sud.

La figure 3.15 (Oudot, 1983) donne un exemple de distribution zonale dans le fond du golfe de Guinée entre Sainte Hélène et Luanda. Elle est caractérisée par un maximum (5 $ml.l^{-1}$) situé au- dessus de l'oxycline qui disparait à l'approche des côtes ; ce maximum est le résultat d'une production photosynthétique.

Variations saisonnières (figure 3.16; Oudot, 1983)

Le refroidissement de la couche de surface entre avril et août augmente la concentration d'oxygène en surface. La différence est plus importante au sud qu'au nord, car les variations de température entre les deux saisons sont plus grandes. En saison chaude (avril), il apparait un maximum d'oxygène au-dessus de l'oxycline, vers 20 m à 5° nord et 50 m à 10° sud. Ce maximum s'interrompt à l'équateur, il n'apparait pas en saison froide (août). Le sous courant équatorial est plus riche en oxygène en avril qu'en août. Il n'apparait pas de maximum vertical. Devant la Côte d'Ivoire, l'épaisseur de la couche homogène oxygénée (4 $ml.l^{-1}$) est réduite en période d'upwellings (juillet- octobre) et peut même disparaitre lors d'upwelling particulièrement intenses.

3.6. CONCLUSION

Le bilan des connaissances actuelles sur le milieu dans la zone de l'étude montre bien l'importance des connaissances scientifiques actuelles dans ce domaine. Toutefois beaucoup de points d'interrogation subsistent, tant concernant certaines zones qui demeurent très peu étudiées (cas du dôme de l'Angola ou de la zone de pêche Liberia), que concernant en général les mécanismes d'enrichissement des eaux océaniques tropicales. Ce dernier problème fera l'objet au chapitre 7 d'un examen plus approfondi.

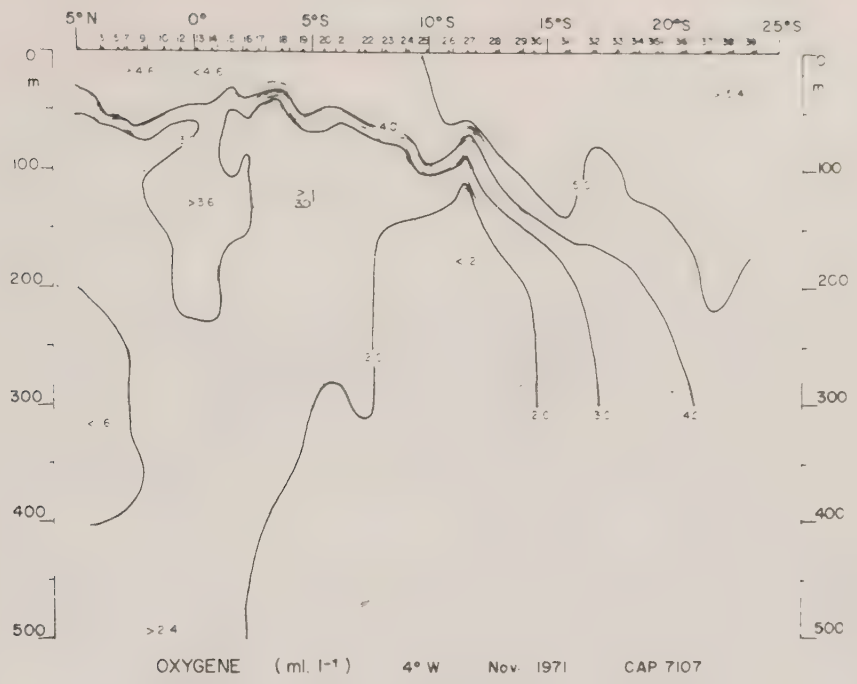


Figure 3.14 Distribution verticale d'oxygène dissous ($ml.l^{-1}$) le long du méridien 4º ouest en novembre 1971. La distribution de surface augmente progressivement vers le sud. On note un minimum en surface à l'équateur. En subsurface à l'équateur, on remarque le maximum relatif associé au sous-courant équatorial et l'appauvrissement des eaux le long de la côte (Oudot, 1983).

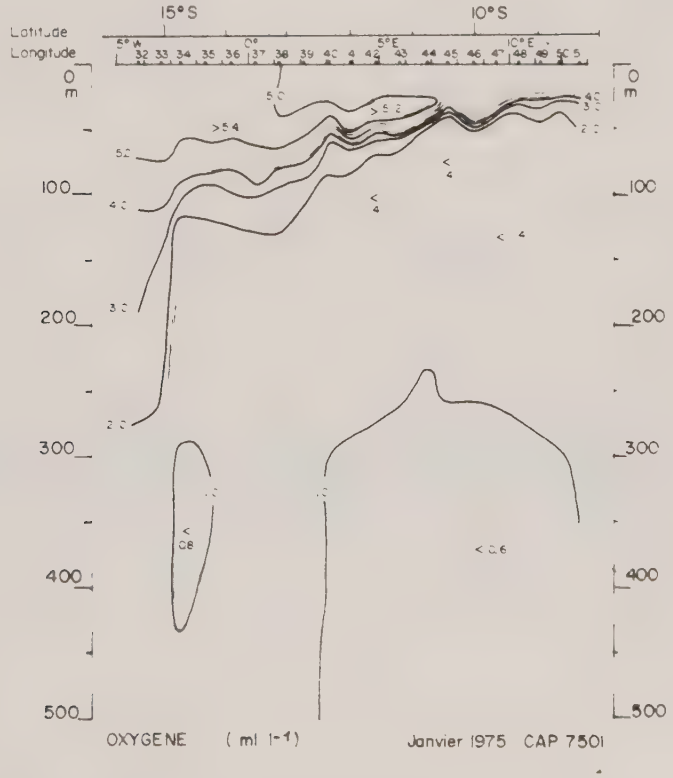


Figure 3.15 Distribution verticale d'oxygène dissous ($ml.l^{-1}$) entre Sainte Hélène et Luanda en janvier 1975. Cette distribution est caractérisée par un maximum en subsurface, situé au-dessous de l'oxycline. Ce maximum se rapproche de la surface lorsqu'on se déplace vers l'est (Oudot, 1983).

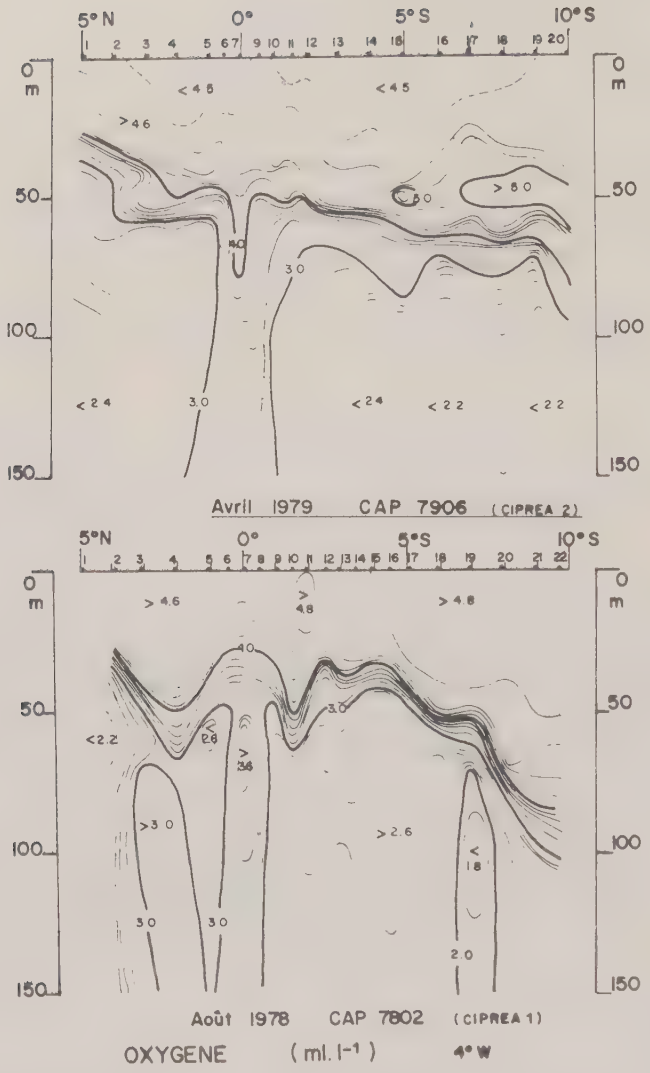


Figure 3.16 Distribution verticale d'oxygène dissous ($ml.l^{-1}$) le long du méridien 4° ouest en août 1978 et en avril 1979. Le refroidissement de la couche de surface en août permet l'augmentation de la teneur en oxygène de la surface. Le SCE est plus riche en oxygène en avril (Oudot, 1983).

4. LES PECHERIES THONIERES DE L'ATLANTIQUE TROPICAL EST

par

A. Fonteneau, T. Diouf et M. Mensah

4.1 INTRODUCTION

Ce chapitre a pour objet de présenter un bilan synthétique de l'évolution des pêcheries thonières dans la zone de l'étude. Les diverses méthodes de pêche actives dans le secteur seront tout d'abord décrites(paragraphe 4.2), puis seront analysées les tendances des prises dans le secteur, par espèce, par engin et par zone, pour les thonidés majeurs (albacore, listao et patudo) au paragraphe 4.3 et pour les thonidés mineurs et espèces voisines au paragraphe 4.4. Un bilan de l'évolution des diverses pêcheries sera ensuite réalisé par pays pêcheur au paragraphe 4.5.

La plupart des données statistiques de ce chapitre proviennent, sauf indications contraires, de la base de données ICCAT. Les chiffres employés sont les meilleures estimations statistiques disponibles à la date de la rédaction de ce chapitre; ils sont parfois différents de certains chiffres publiés par l'ICCAT du fait des fréquentes corrections qui sont opérées dans la base de données. Deux points importants devront être notés à ce stade :

- le regroupement des statistiques de pêche des flottilles thonières française, ivoirienne et sénégalaise au sein d'une flottille appelée classiquement FIS.

- la composition spécifique des captures de petits albacores et de petits patudos a fait l'objet de nombreuses révisions et demeure problématique. Cela est dû d'une part aux difficultés réelles de distinguer ces deux espèces lorsqu'elle sont de petites tailles, d'autre part aux limites de taille à 3.2 kg prises par l'ICCAT sur l'albacore en 1972, puis sur le patudo en 1978.

Le secteur de l'étude est, sauf exception, celui défini dans l'introduction (figure 1.1.). Les tableaux de prises et d'efforts donnés dans ce chapitre correspondent ainsi à cette zone ; toutefois, afin de faciliter la compréhension de diverses pêcheries, en particulier de celles à la palangre et de celles de patudo, les cartes de pêche couvrent volontairement une zone plus vaste que celle acceptée pour le bilan des pêcheries. (En particulier la zone située au sud de 5° sud et à l'ouest de 5° ouest).

On notera aussi que si les tableaux des statistiques de prises fournissent pour toutes les flottilles et toutes les années les meilleures estimations actuelles, les représentations cartographiques de chaque flottille sont par contre réalisées pour des périodes très variables dépendant des périodes d'activité des flottilles, des changements des stratégies de pêche de celles ci, et de l'existence de statistiques de pêche par mois et carrés de 1° côté (norme ICCAT standard) permettant de réaliser ces cartes.

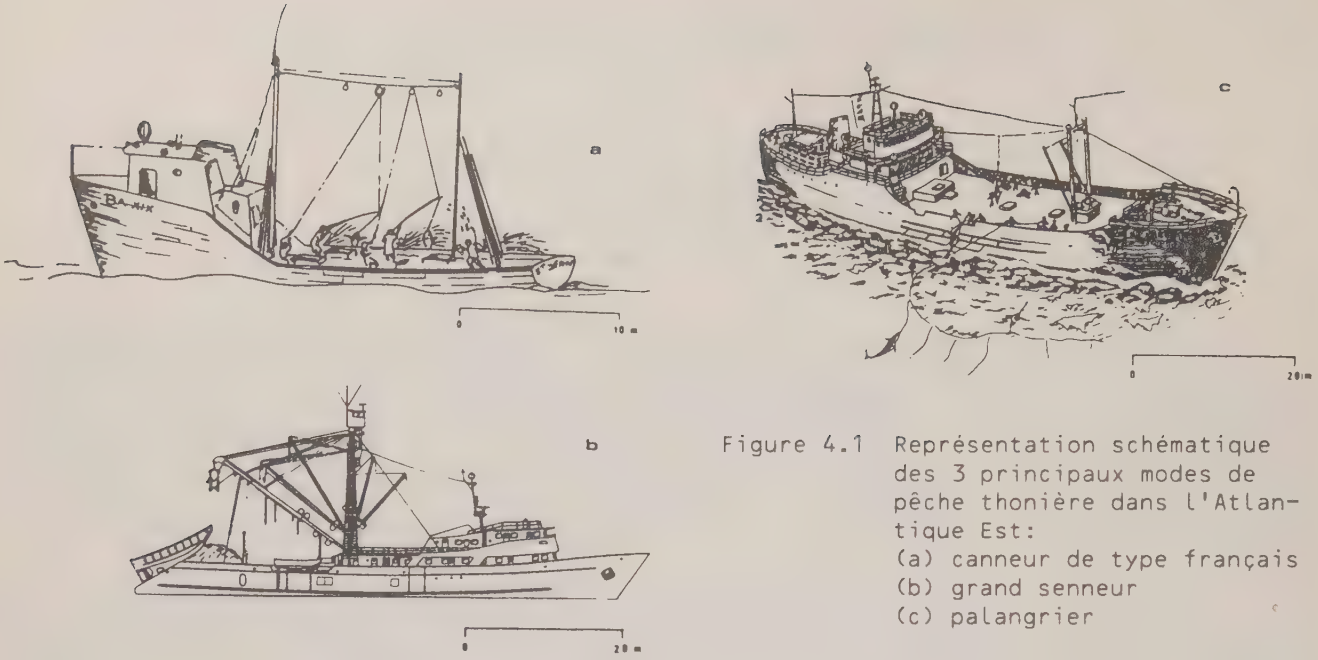


Figure 4.1 Représentation schématique des 3 principaux modes de pêche thonière dans l'Atlantique Est:
(a) canneur de type français
(b) grand senneur
(c) palangrier

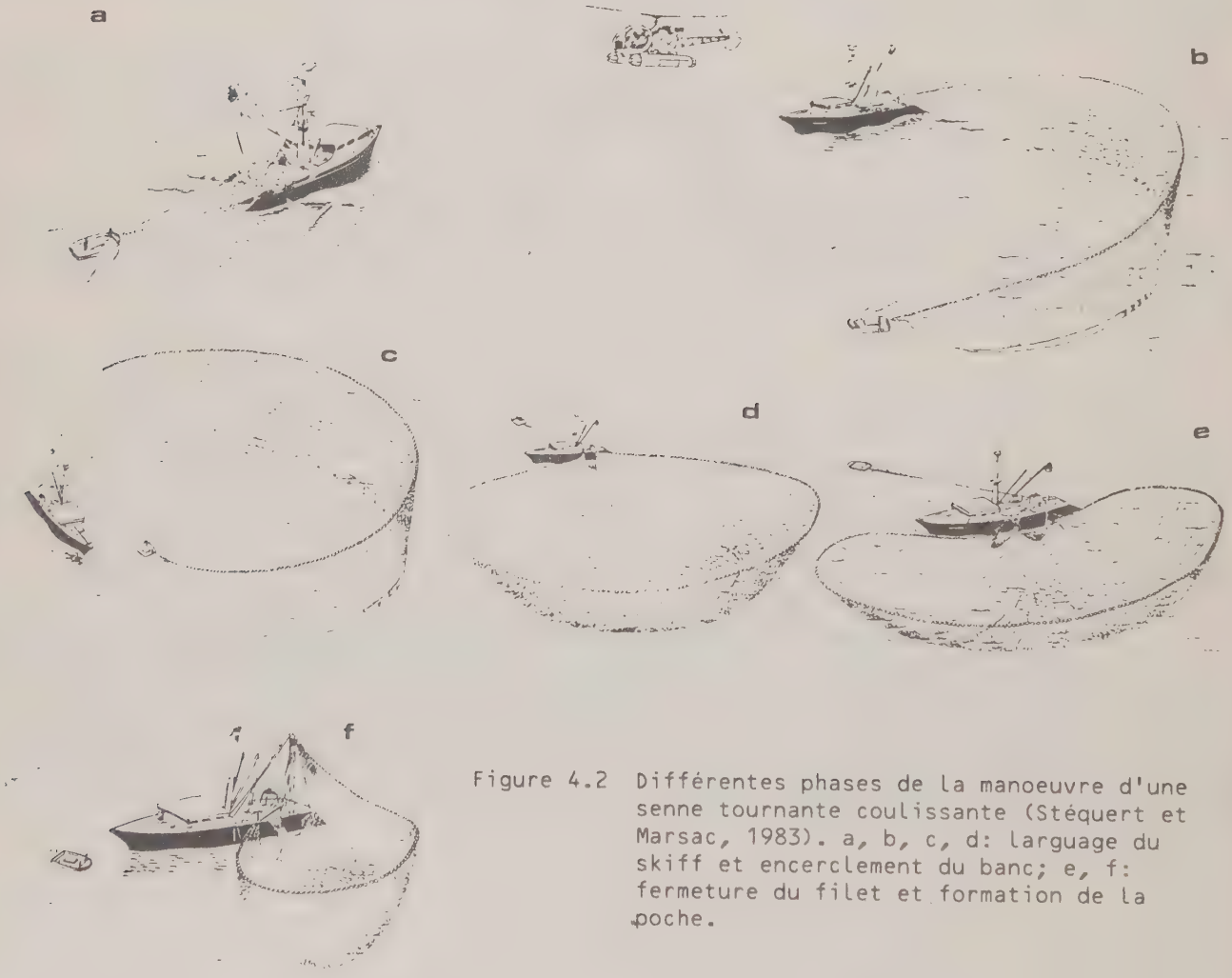


Figure 4.2 Différentes phases de la manoeuvre d'une senne tournante coulissante (Stéquert et Marsac, 1983). a, b, c, d: largage du skiff et encerclement du banc; e, f: fermeture du filet et formation de la poche.

4.2. LES PRINCIPALES METHODES DE PECHE

4.2.1. La canne

La pêche du thon à la canne consiste à attirer et à retenir les poissons d'un banc à l'aide d'appât vivant jeté à la mer. La technique a été décrite par plusieurs auteurs dont : Postel (1969), Gobert (1983), Portais (1986). L'appât le plus recherché est constitué par des clupéidés (sardinelles, sardines, anchois ...) ou de petits carangidés. Il est capturé généralement à l'aide d'une petite senne ou bolinche, puis conservé vivant dans les viviers de dimensions variables. Certains viviers sont inclus dans la construction du bateau et alimentés par des groupes qui assurent un renouvellement total de l'eau 4 à 6 fois par heure, d'autres sont embarqués et placés sur le pont à chaque marée, notamment chez les canneurs de petite taille; l'eau y est alors renouvelée manuellement par transvasement . Lorsque, suite à l'appatage, les réactions de la matte de thon repérée sont jugées satisfaisantes, le bateau est stoppé et des jets d'eau sont mis en action pour exciter le poisson et former un écran entre les hommes et les poissons; la pêche commence alors.

Les cannes en bambou ou en fibre de verre ont de 3 à 5 m avec des lignes de nylon et sont gréées avec des hameçons à plume ou à hampe. Chaque hameçon est garni d'un poisson vivant, transpercé par le milieu du corps, dont le frétillement attire l'attention du thon et le fait mordre. Pendant toute la durée de la pêche, l'appâtage se poursuit pour entretenir l'activité du thon. Quand la pêche est, un leurre seul suffit à tromper le poisson ; la cadence de la pêche active peut alors s'accélérer. Certains bateaux sont munis de cannes à drisse manoeuvrées par l'intermédiaire d'une poulie. La drisse sert à hisser les individus de grande taille : elle est tirée par deux pêcheurs pendant que la canne est maintenue par un troisième pêcheur.

La taille des canneurs est variable : d'une dizaine de mètres à environ 45 mètres. La figure 4.1 montre un schéma de canneur français avec ses annexes de pêche.

4.2.2. La senne

La pêche à la senne consiste, après avoir repéré un banc de thon suffisamment compact, à l'encercler au moyen d'un filet coulissant dont on réduit progressivement le volume. La technique a été décrite par divers auteurs dont Neely (1962), Postel (1969), Marcille (1969), Stequert et Marsac (1983).

La pêche à la senne a évolué tant au niveau des bateaux qu'au niveau des engins de pêche utilisés. Les anciens senneurs étaient des bateaux de 30 à 45 m embarquant des sennes d'une longueur de 600 m à 800m pour un chute de 75 m à 100 m. Certains de ces bateaux ont pratiqué jusqu'au milieu des années 1970 la pêche à la senne avec l'emploi d'appât vivant, la technique de pêche consistant à encercler les bancs de thon après les avoir fixés avec l'appât. Des associations temporaires entre canneurs et senneurs peuvent encore être observées à certaines époques en particulier au Sénégal: le canneur fixe le banc avec son appât et permet au senneur de l'encercler avec son filet ; la prise est ensuite partagée entre les deux bateaux.

Marcille (1969) a décrit le mode de pêche particulier effectué par les senneurs japonais durant la période 1965-1975. La pêche était faite par trois groupes de senneurs comprenant chacun 3 ou 4 navires. Les 2 principaux bateaux de chaque groupe naviguent à couple en transportant par moitié une senne de 2000 à 2200 m de long et de 240 m de chute. Ils ne se séparent qu'au moment de l'encerclement de la matte, aidés pour le remorquage par les 2 navires accompagnateurs. Le transbordement se fait en

mer sur un bateau congélateur qui accompagne chaque groupe. Difficile à mettre en oeuvre dans les zones à fort courant et nécessitant un personnel important, ce type de pêche a été abandonné au profit des grands senneurs classiques pêchant individuellement.

Les thoniers senneurs actuelement utilisés dans l'Atantique sont des bateaux de 45m à 75m. Ils utilisent une senne en nylon dont la longueur peut atteindre 1500 m pour une chute de 185 m.

Sur les lieux de pêche, l'activité essentielle de l'équipage consiste à rechercher les indices à la surface de la mer signalant la présence de thon. Les signes habituels d'apparences sont les oiseaux, les cétacés, les épaves ou les gerbes blanches provoquées par les poissons en chasse. La veille est assurée au moyen de puissantes jumelles installées sur la passerelle ou dans le nid de pie qui s'élève souvent à plus de 15 mètres au dessus de la mer. La prospection peut aussi être faite par hélicoptère ou par avion. Sondeurs et sonars sont utilisés fréquemment pour détecter les bancs et aider à la manoeuvre d'encerclement de ceux-ci.

Lorsqu'un banc de thon est repéré, le senneur s'en approche; le patron évalue la taille et le comportement du banc, puis compte tenu des conditions météorologiques (vent, houle, courant) largue une petite vedette ou "skiff" qui retient la senne. Le senneur encercle le banc et revient progressivement à la position du skiff ou est récupérée l'extrêmité de la senne; cette opération dure environ 15 minutes. Une fois l'encerclement terminé, la coulisse est virée, ce qui permet de fermer le filet. La senne forme alors une immense poche dont le fond se situe vers 70 à 90 mètres de profondeur. Le skiff permet de maintenir le navire hors du filet pendant la remontée de celui ci. Cette phase dure environ 30 mn. L'ensemble des manoeuvres est schématisé à la figure 4.2.

Le poisson concentré dans la poche est embarqué grâce à une salabarde, sorte de grande épuisette de 2 à 3 tonnes de capacité, manoeuvrée à l'aide d'un palan et d'un mât de charge spécial. La durée de ces opérations de salabardage dépend de l'importance de la capture ; la cadence est d'environ une salabarde toutes les trois minutes. Les contenus des salabardes sont déversés dans un collecteur qui communique avec l'intérieur du navire et au niveau duquel s'effectue le premier tri. Le poisson est dévié ensuite dans les cuves de congélation qui contiennent de la saumure préalablement refroidie à $-18^{\circ}C$. Une fois congelés, les thons seront stockés à sec dans les mêmes cuves. Toutefois une légère circulation de saumure peut être maintenue dans les cuves afin d'éviter le "collage" du poisson.

L'ensemble de ces opérations constitue une calée. La durée des calées est variable selon la catégorie des senneurs, le type de calée (positif ou nul) et la flottille. Fonteneau et al.(1986) ont analysé les relations entre la durée des calées et la prise par calée des senneurs FIS et espagnols . Les relations suivantes ont été obtenues (figure 4.3) :

$T = 1.84 + 0.0205p$ pour les senneurs espagnols
$T = 2.67 + 0.0310p$ pour les senneurs FIS
(T est durée en heures et centièmes d'heure et p la prise en tonnes); ces relations sont calculées en excluant les calées nulles.

La durée des calées non nulles était en moyenne de 2 heures et 15 minutes pour la flottille de senneurs espagnols en 1980- 1981 ; elle était de 3 heures et 14 minutes pour les senneurs français. Les calées nulles chez les senneurs espagnols duraient en moyenne 1 heure 40 minutes, et 2 heures 37 minutes chez les français. Ces différences importantes dans la durée des coups de senne sont dues aux différences des dispositifs utilisés pour remonter la senne à bord du thonier (anneaux ouvrants ou fermants).

4.2.3. La palangre

La pêche à la palangre flottante consiste à mouiller en pleine eau de longues lignes dormantes portant des hameçons disposés de façon régulière et boettés avec un appât mort. La technique a été mise au point par les Japonais, elle est principalement employée par les asiatiques, mais aussi dans l'Atlantique par divers pays riverains (Cuba, Vénézuela). Elle est décrite par Postel (1969), Woo Il Choo (1976), Weeb (1973). Une palangre est constituée par une suite d'éléments contenus chacun dans un panier. Chaque panier de palangre contient 360 mètres de ligne principale, 20 mètres de ligne flottante et 7 avançons de 22,5 mètres chacun. Le nombre de paniers mis bout à bout à chaque pose varie de 220 à 500 unités à raison de 7 hameçons par panier soit environ 1500 à 3500 hameçons pour une longueur de ligne de 80 à 180 kilomètres (figure 4.4). Ces lignes sont posées et relevées tous les jours. L'appât presque universellement employé est un béloniforme, le Cololabis saira (saury), espèce confinée au Pacifique nord que les pêcheurs emportent congelée, un peu partout dans le monde. Les hameçons des palangres traditionnelles sont mouillés à une profondeur de 50 à 120 m. La pose des palangres débute généralement vers deux heures du matin et se termine vers huit heures du matin. Elle est totalement manuelle et se fait pendant que le bateau se déplace à la vitesse de huit noeuds. Le bateau mouille 2 à 3 heures à proximité de la dernière bouée mise à l'eau.

La remontée des palangres est semi-mécanique. Elle débute par le panier posé le dernier aux environs de 11 h du matin et se poursuit jusqu'au lendemain. La vitesse du bateau est d'environ 3 noeuds. Les lignes principales sont hissées par un vire palangre alors que les avançons sont tirés par les pêcheurs. Les poissons capturés sont amenés à bord avec un harpon ou une grue. La durée du halage de la palangre est fonction de l'importance de la pêche.

Une autre variante de cet engin est la palangre profonde. Elle est décrite par Suzuki et al., (1977) et fut introduite par les Japonais dans l'Atlantique est à partir de 1980 (Suzuki et Kume, 1982). Elle n'est pas fondamentalement différente de la palangre classique mais elle comporte 10 avançons ou plus par panier, et deux fois moins de bouées. Les hameçons sont mouillés à une profondeur de 50 à 250 m. La palangre profonde vise à capturer les gros patudos qui sont abondants dans les eaux profondes. La figure 4.1.c donne le profil d'un palangrier actuel.

4.2.4. pêcheries artisanales

Les pêcheries artisanales localisées le long des côtes ouest africaines utilisent différents engins de surface. Au Sénégal, en Mauritanie, et dans les Iles du Cap-Vert les lignes à main appâtées, les lignes de traine, les sennes tournantes, les sennes de plage et les filets maillants sont les plus utilisés. En Côte d'Ivoire et au Ghana, les pêcheries artisanales utilisent les filets maillants, les sennes de rivage et les petites sennes tournantes de sardiniers (Marchal, 1963).En Angola et aux Iles Sao Thomé et Principe, les filets maillants et les filets fixes de surface sont également utilisés.

Ces pêcheries utilisent des embarcations légères, pour la plupart équipées de moteur hors bord mais encore parfois à rame ou à voile. Les techniques de pêche sont classiques, mais peuvent présenter des variantes selon les pays. Au Sénégal la peche à la traine est effectuée à bord des pirogues équipées de moteur de 8 cv, ayant à leur bord 1 à 2 personnes trainant simultanément deux lignes de 8 à 12 mètres, gréées avec des cuillères métalliques de 60 grammes ou d'hameçons munis de leurres spécialement conçus par les pêcheurs (Diouf, 1981).

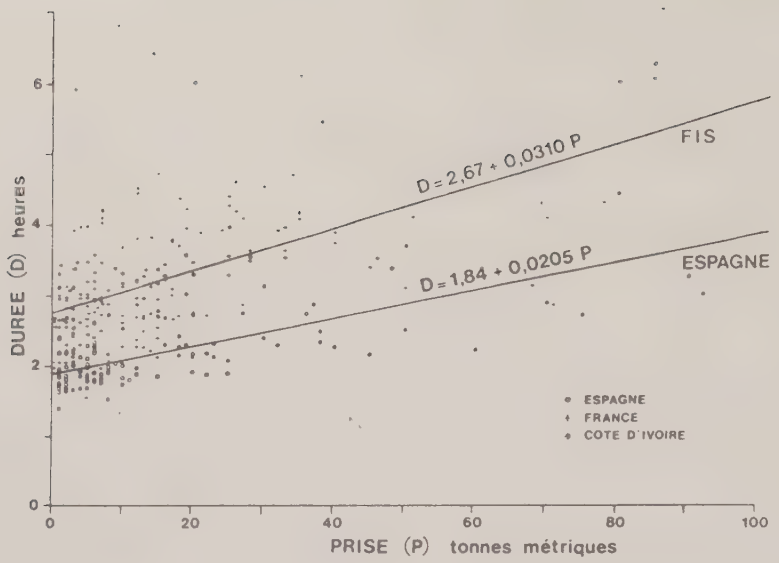


Figure 4.3 Relation entre prise et durée des calées positives pour les senneurs FIS et espagnols d'après un échantillon de senneurs observé de 1980 à 1983.

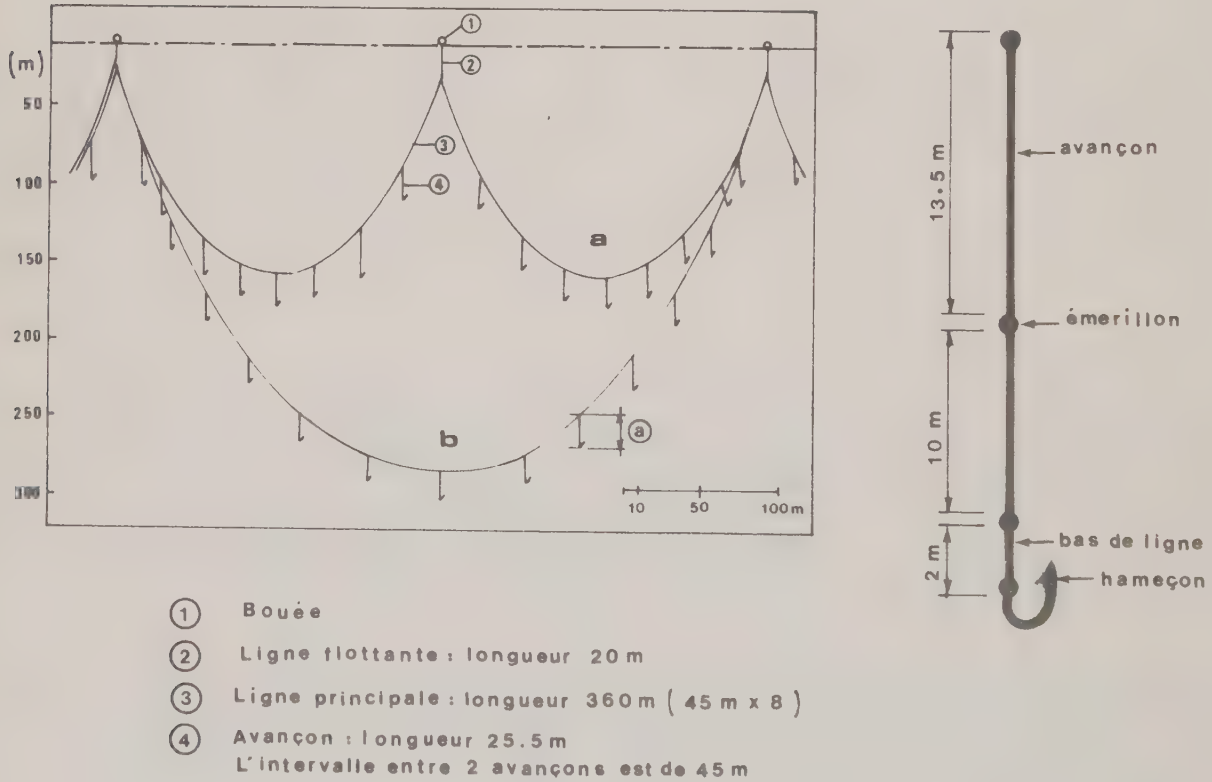


Figure 4.4 Représentation schématique d'une palangre (Suzuki et al., 1977): (a) palangre ordinaire, (b) palangre profonde et d'un bas de ligne de palangre.

4.3. EVOLUTION DES PRISES PAR ESPECE, PAR ENGIN DES THONIDES MAJEURS DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST

4.3.1 Généralités

Les tableaux 4.1 à 4.3, et les figures 4.5 à 4.7 donnent les prises annuelles par engin d'albacore, de listao et de patudo par engin depuis les origines des pêcheries thonières industrielles dans la zone de l'étude. Seront tout d'abord résumées les activités des divers engins en opération dans le secteur (paragraphe 4.3.2), puis seront décrites les tendances des prises par espèce et par engin, durant la période 1950 à 1983 (paragraphe 4.3.3). La distribution géographique des prises moyennes par espèce et par secteur, d'albacore, listao et patudo, durant la période récente sera ensuite examinée au paragraphe 4.3.4.

4.3.2. L'évolution des pêcheries de l'Atlantique tropical est

4.3.2.1. L'exploitation artisanale historique

L'exploitation des thonidés tropicaux à l'échelle artisanale sur les côtes ouest africaines est un phénomène qui est probablement très ancien, mais dont l'origine est difficile à préciser. Les principales pêcheries artisanales de pirogues, par exemple au Ghana et au Sénégal, ont probablement capturé de petites quantités de thonidés depuis plusieurs siècles. Villaut de Bellefond cite par exemple en 1669 des captures de "bonites" par les pêcheries artisanales du Sénégal et de la Sierra Léone.

Les pêcheries artisanales et semi industrielles des anciennes colonies portugaises, Iles du Cap-Vert , Sao Thome et Angola, possèdent aussi des pêcheries thonières de subsistence, probablement très anciennes, bien que leur origine soit difficile à déterminer par manque de statistiques et de références disponibles. Le volume global de ces captures historiques était toutefois probablement d'un ordre de grandeur très modeste, au maximum quelques milliers de tonnes.

4.3.2.2. Les canneurs à l'appât vivant

Les premiers ligneurs, puis surtout les canneurs à l'appât vivant, exploitent les thons tropicaux durant les années 1953 à 1956 (tableau 4.4) dans la zone de Dakar, Sénégal. Il s'agit alors de thoniers glaciers franais (basques et bretons) et espagnols (des Canaries et basques), qui pratiquent une pêche saisonnière durant l'hiver, en alternance avec la pêche estivale au germon dans l'Atlantique nord-est.

Les rendements obtenus à l'époque étant en général excellents malgré les modestes moyens mis en oeuvre, ces pêcheries se sont rapidement développées et une cinquantaine de canneurs français opérent saisonnièrement à Dakar dès 1957 . les premières pêches de thoniers canneurs congélateurs de type "clipper" américain ont lieu dès 1954 à Dakar; toutefois il faut attendre le début des années 1960, pour voir les français introduire une importante flottille de 30 canneurs congélateurs de type américain qui pratiquent alors la pêche dans tout l'Atlantique tropical est (l'équateur est dépassé fin 1962), alors que les canneurs glaciers, surtout français et espagnols, se cantonnent dans le secteur côtier entre le cap des Palmes et la Mauritanie.

Presque simultanément, les canneurs congélateurs japonais commencent en 1962 à exploiter le fond du golfe de Guinée en recherchant principalement le listao, alors que les autres flottilles de canneurs recherchent principalement l'albacore. L'effort de pêche de la flottille des canneurs basée au Ghana, à Téma, atteint un niveau élevé à partir de 1970 (une trentaine de thoniers) avec un transfert progressif des pavillons

Tableau 4.1

Prises totales d'albacores par engin dans la zone de l'étude.

ANNEE	CANNEURS	SENNEURS	PALAN-GRIERS	DIVERS ET NON IDENT	TOTAL
1950	1200	0	0	0	1200
1951	1200	0	0	0	1200
1952	2600	0	0	0	2600
1953	3600	0	0	0	3600
1954	3400	0	0	0	3400
1955	4520	0	0	0	4520
1956	6274	0	0	0	6274
1957	10168	0	10310	0	20478
1958	10656	0	13889	0	24545
1959	6194	0	32332	0	38526
1960	11592	0	39472	0	51064
1961	13331	0	38780	0	52111
1962	11531	0	24111	0	35642
1963	20295	868	22439	0	43602
1964	24750	3576	17896	0	46222
1965	21520	5082	26416	0	53018
1966	17010	13482	11317	0	41809
1967	16688	18543	15798	0	51029
1968	21838	29752	19733	0	71323
1969	15642	44090	17891	0	77623
1970	8787	33759	16341	500	59387
1971	10010	32444	13658	1400	57512
1972	12086	47403	16414	0	75903
1973	12784	44896	23373	1200	82253
1974	17239	52825	17718	2500	90282
1975	8253	81928	20193	1900	112274
1976	12440	83610	11832	0	107882
1977	10760	88368	12972	300	112400
1978	8574	90334	9052	800	108760
1979	9282	89696	5591	1300	105869
1980	6290	90655	9813	500	107258
1981	14458	110862	6105	0	131425
1982	15553	106535	8270	400	130758
1983	11498	93995	4860	300	110653

Tableau 4.2

Prises totales de listao par engin dans la zone de l'étude.

ANNEE	CANNEURS	SENNEURS	ENGINS DIVERS	TOTAL
1955	281	0	0	281
1956	711	0	0	711
1957	860	0	0	860
1958	3989	9	0	3998
1959	4020	0	0	4020
1960	810	0	0	810
1961	5959	0	0	5959
1962	6997	0	0	6997
1963	12404	237	0	12641
1964	9523	686	0	10209
1965	13820	2859	0	16679
1966	10904	5626	0	16530
1967	9452	7948	0	17400
1968	18626	24166	0	42792
1969	10551	14375	0	24926
1970	12829	29801	0	42630
1971	19565	48791	100	68456
1972	16330	48640	200	65170
1973	18845	49662	100	68607
1974	30363	74161	100	104624
1975	18185	35352	100	53637
1976	31503	32497	3600	67600
1977	36736	55896	7100	99732
1978	35852	61004	800	97656
1979	40649	35482	1100	77231
1980	34964	52997	3000	90961
1981	32502	63461	2200	98163
1982	36436	70654	2600	109690
1983	33582	62200	1200	96982

Tableau 4.3

Prises totales de patudo par engin dans la zone de l'étude

ANNEE	CANNEURS	SENNEURS	PALAN-GRIERS	DIVERS ET NON IDENT	TOTAL
1957	0	50	336	0	386
1958	0	0	314	0	314
1959	0	0	917	0	917
1960	0	0	1941	0	1941
1961	0	0	9636	0	9636
1962	426	0	10298	0	10724
1963	375	0	9338	0	9713
1964	867	0	7584	0	8451
1965	139	0	15807	0	15946
1966	55	6	8314	0	8375
1967	2133	94	7065	0	9292
1968	791	419	9251	0	10461
1969	1942	2705	12291	0	16938
1970	1117	3159	12462	0	16738
1971	1177	3799	18207	0	23183
1972	1625	4295	17744	0	23664
1973	3183	4573	19461	0	27217
1974	1926	6504	12298	0	20728
1975	2709	5243	18665	0	26617
1976	2747	6935	12687	200	22569
1977	4680	11509	19905	350	36444
1978	5133	8347	12676	100	26256
1979	3258	7963	15520	250	26991
1980	4488	8542	17804	300	31134
1981	4425	15004	15470	350	35249
1982	3444	13720	21469	100	38733
1983	2678	14771	11950	100	29499

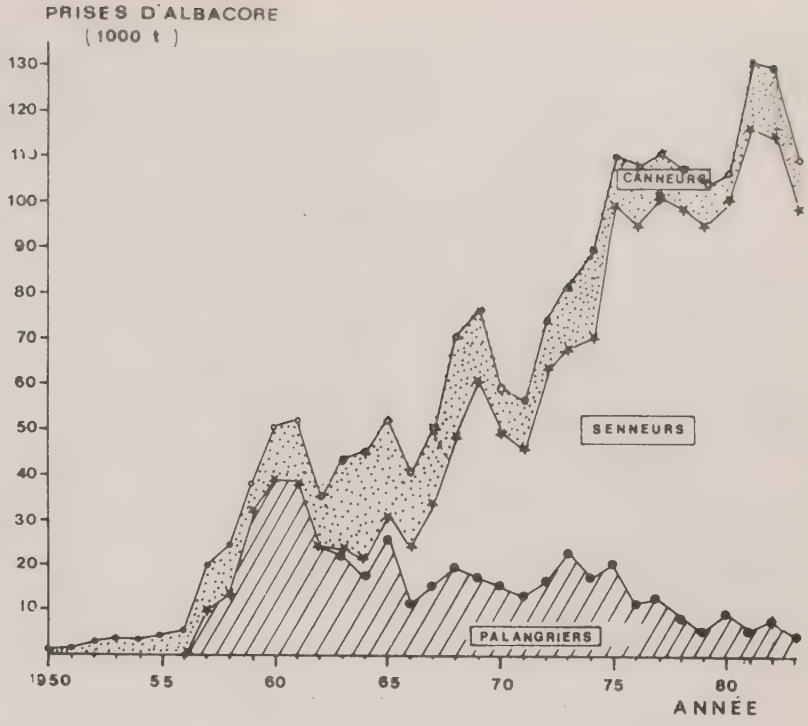


Figure 4.5 Evolution des prises d'albacore par engin dans le secteur de l'étude de 1950 à 1983.

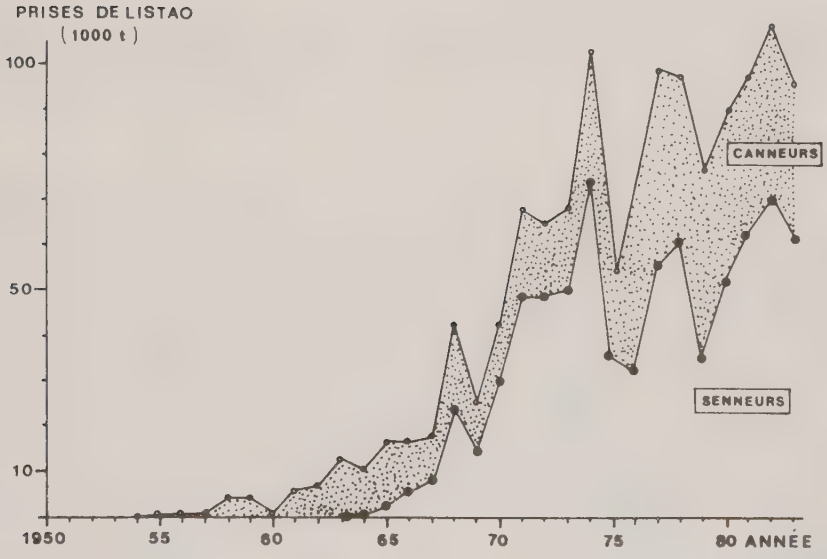


Figure 4.6 Evolution des prises de listao par engin dans le secteur de l'étude de 1950 à 1983.

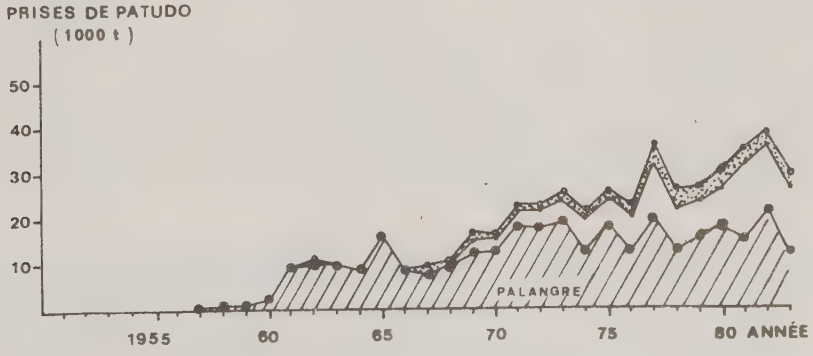


Figure 4.7 Evolution des prises de patudo par engin dans le secteur de l'étude de 1950 à 1983.

vers la Corée et le Ghana. Simultanément on assiste à la disparition progressive de la plupart des autres canneurs congélateurs français et sénégalais, alors que les canneurs glaciers français demeurent à un niveau relativement stable. Les flottilles traditionnelles des Iles du Cap-Vert et de l'Angola demeurent elles aussi stables.

4.3.2.3. Les palangriers

Les premiers palangriers japonais apparaissent dans le golfe de Guinée en février 1957. Ces bateaux obtiennent alors des rendements excellents, surtout en gros albacores, qui ont entraîné un accroissement très rapide de la flottille. Environ 200 bateaux opèrent dans le secteur au début des années 1960, et y ont leur maximum d'activité durant les années 1961 à 1965.

Ces palangriers japonais sont progressivement remplacés par des palangriers de Taiwan (1966) et de la Corée (1968), en particulier par suite de transferts de pavillons. Les palangriers, bien qu'étant récemment en légère régression, se maintiennent dans le secteur à un niveau d'effort élevé. Un nouveau partenaire, Cuba, vient au milieu des années 1970 exploiter l'Atlantique Est avec des palangriers et se maintient jusqu'à présent (1985) dans le secteur à un niveau d'effort élevé.

On note entre la période historique et la période récente un changement des zones de pêche des palangriers qui exploitaient à l'origine la zone côtière du golfe de Guinée (figure 4.8), et qui exploitent désormais surtout la zone du large (figure 4.9), située à l'extérieur de la zone de pêche des senneurs.

4.3.2.4. Les senneurs

La pêche thonière à la senne est une technique relativement ancienne, pratiquée après la guerre 1939-45 sur les côtes de Californie. Cette technique n'a, par contre été introduite que récemment dans le golfe de Guinée. On trouve parmi les premiers essais positifs de pêche à la senne les campagnes du senneur américain May Flower en 1960, et celles du senneur espagnol Marinero en 1961 le long des côtes d'Afrique de l'ouest. Il faut attendre l'année 1964 pour voir opérer dans le secteur les premiers senneurs français et espagnols en exploitation commerciale. Ce sont alors des bateaux de petite capacité, généralement 100 tonnes, et équipés d'une petite senne de 800 mètres de longueur et 100 mètres de chute environ. Durant cette phase d'expérimentation des senneurs, divers pays (Norvège, Ghana, Yougoslavie) tentent sans succès commercial des essais, rapidement avortés, de pêche à la senne.

Rapidement se joignent à ces premiers bateaux diverses flottilles de senneurs : senneurs japonais fin 1964, senneurs américains et canadiens en 1967, senneurs sénégalais en 1969, ivoiriens en 1970, etc... (tableau 4.5).

Le fait marquant dans l'évolution des senneurs est, outre l'accroissement régulier de l'effort de pêche , l'accroissement considérable de la taille des thoniers et des sennes. Les premiers grands senneurs en opération dans la zone (plus de 400 tonnes de capacité) sont ceux des USA en 1967. Depuis cette date, les nouveaux senneurs sont pour la plupart des thoniers d'une capacité de 400 à 1500 tonnes, dérivés directement des grands senneurs américains.

En ce qui concerne les zones de pêche, on note que les senneurs exploitent jusqu'en 1974 la zone côtière (figure 4.10a), puis exploitent les zones du large (en plus des zones côtières), à partir de 1975 (figure 4.10b). Cette extension vers le large des zones de pêche a pour effet de capturer des albacores d'un poids bien supérieur à ceux qui étaient capturés jusqu'en 1974 dans la zone côtière.

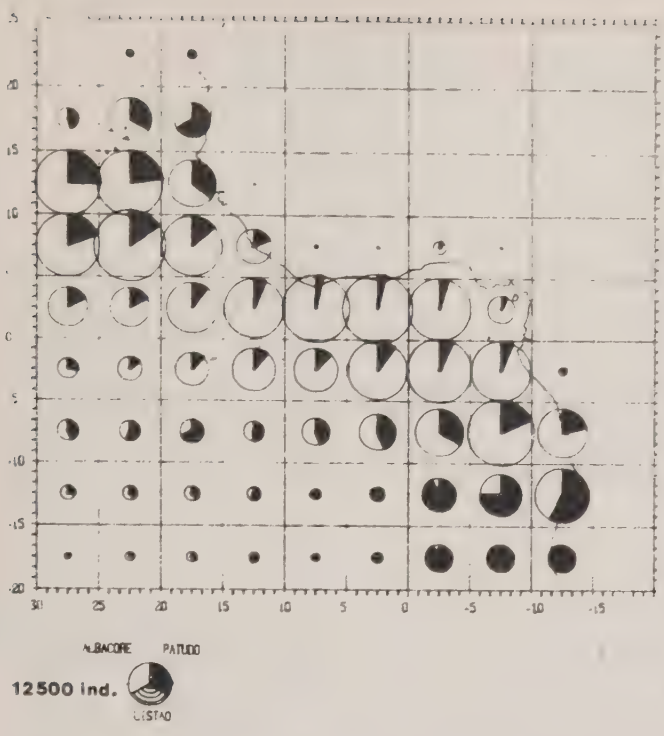


Figure 4.8 Prises moyennes des palangriers japonais, en nombre d'individus, en albacore et patudo; moyenne de la période 1957 à 1969.

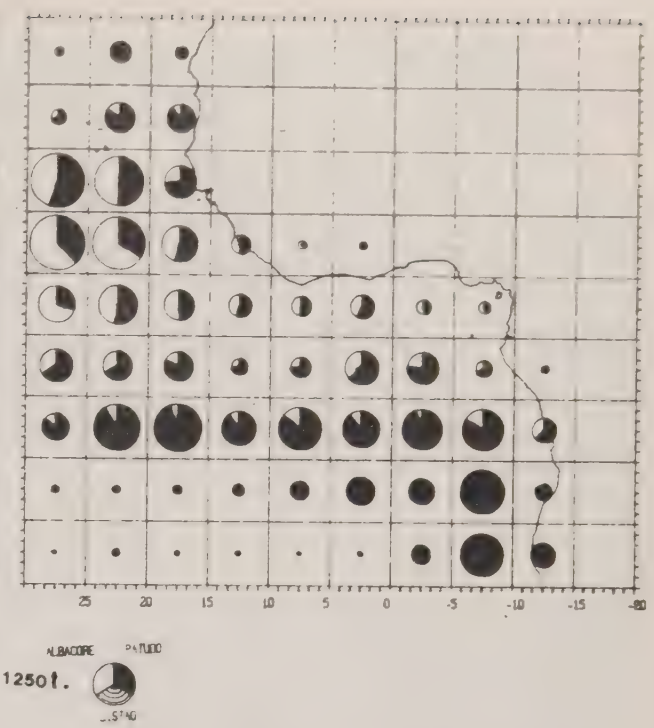


Figure 4.9 Prises moyennes des palangriers de Cuba, Taiwan, Corée et Japon, en tonnes, en albacore et patudo; moyenne de la période 1978 à 1982.

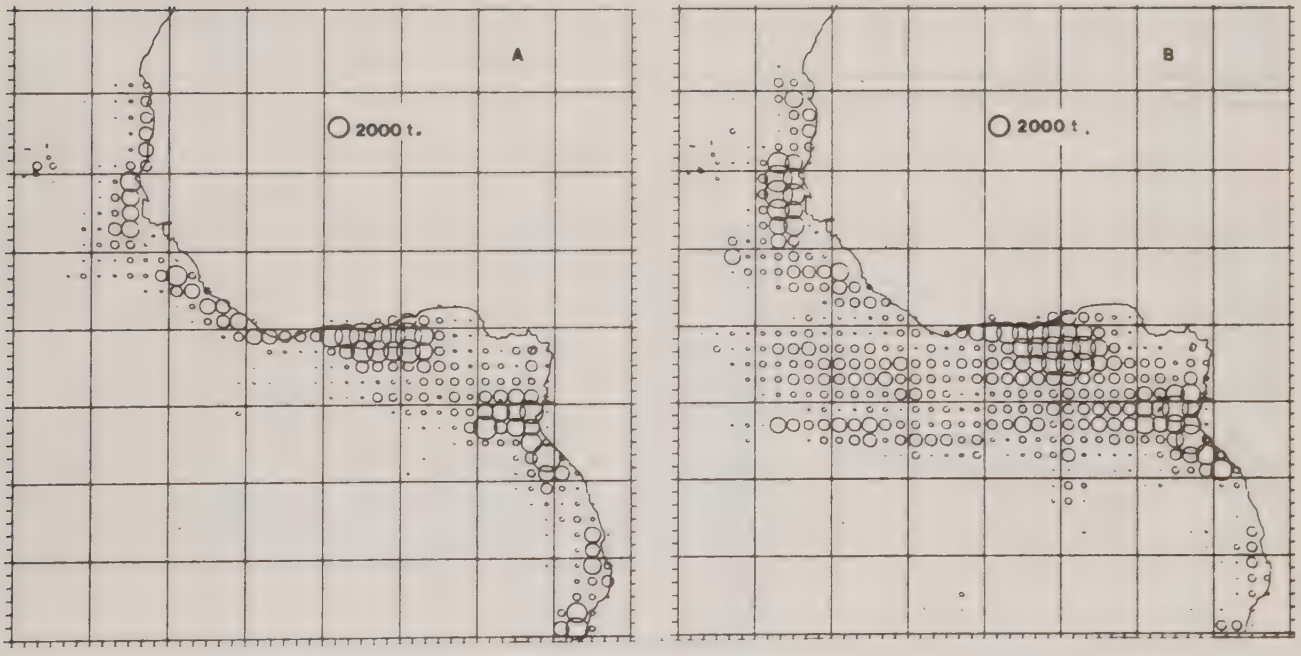


Figure 4.10. Prises moyennes par carré de 1^{o}, total des trois espèces albacore listao et patudo, pour les flottilles de surface, durant la période 1969 à 1974 (a) et durant la période 1975 à 1982 (b).

ANNEE	CANNEURS GLACIERS				CANNEURS CONGELATEURS							TOTAL
	FRANCE	ESPAGNE	CAP VERT	ANGOLA	FRANCE	SENEGAL	JAPON	PANAM +CORE	GHANA	CAP VERT	USA	
1952	0	0	*	*	0	0	0	0	0	0	0	*
1953	2	0	*	6	0	0	0	0	0	0	0	8
1954	5	-	*	18	1	0	0	0	0	0	0	24
1955	6	-	*	16	1	0	0	0	0	0	0	23
1956	43	(7)	*	20	1	0	0	0	0	0	0	71
1957	85	(47)	*	22	2	0	0	0	0	0	0	156
1958	12	(30)	*	29	2	0	0	0	0	0	0	73
1959	46	(25)	*	32	10	0	0	0	0	0	0	113
1960	50	(17)	*	32	18	0	0	0	0	0	0	117
1961	27	(50)	*	30	15	0	0	0	0	0	0	122
1962	62	(50)+	*	33	18	0	5	0	0	0	0	168
1963	45	(40)+	*	35	23	0	5	0	0	0	0	148
1964	44	(30)+	*	31	30	0	5	0	0	0	0	140
1965	40	(20)+	*	40	31	1	5	0	0	0	0	137
1966	41	0	*	44	25	4	6	0	0	0	0	120
1967	39	0	*	49	20	5	6	0	0	0	0	119
1968	42	0	*	46	18	5	6	0	0	0	0	117
1969	51	0	*	46	18	5	6	0	0	0	0	126
1970	45	0	*	47	17	6	6	0	0	0	0	121
1971	28	0	*	31	15	8	8	2	0	0	0	92
1972	32	0	*	31	13	7	14	3	0	0	0	100
1973	26	0	*	-	12	3	22	7	2	0	6	78
1974	27	0	*	-	10	2	24	13	4	0	0	80
1975	29	0	*	-	9	0	24	11	4	0	0	77
1976	28	0	*	-	4	1	15	12	4	0	0	64
1977	26	0	*	51	4	0	18	19	5	0	0	124
1978	25	0	*	45	4	0	19	23	6	0	0	122
1979	26	0	*	45	4	0	15	20	6	3	0	119
1980	24	0	(40)+	33	4	0	12	13	10	3	0	139
1981	22	0	(40)+	38	4	0	10	7	18	3	0	142
1982	20	0	(40)+	34	4	0	7	7	24	3	0	139
1983	19	0	(40)+	30	4	0	4	4	28	3	0	132

Tableau 4.4

Nombre de canneurs en activité dans la zone de l'étude pour les principales flottilles thonières.

* Chiffre non connu, prise inconnue
() Estimation de l'ordre de grandeur
\+ Chiffre non connu, prise connue
\- Activité réduite, chiffre inconnu

Tableau 4.5

Nombre de thoniers senneurs en activité dans la zone de l'étude.

	FRANCE	COTE D'IV	SENEGAL	ESPAGNE	USA	CANADA	JAPON*	GHANA	MAROC	YOUGOSLAVI	GR. CAYMAN	URSS	NORVEGE	PORTUGAL	CONGO	CUBA
1963	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	5	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	7	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	11	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	15	0	0	3	3	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1968	16	0	0	6	8	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	21	0	4	7	25	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	23	2	4	9	23	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	25	2	8	12	24	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	28	2	9	17	33	5	8	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1973	32	3	15	20	24	4	8	0	1	0	0	1	1	0	0	1
1974	33	4	18	22	26	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1975	37	6	13	28	32	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1976	31	6	14	33	10	4	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1
1977	29	6	3	35	14	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	1
1978	29	7	4	39	21	0	0	1	4	0	0	2	0	1	0	1
1979	24	7	2	40	9	0	0	0	4	0	0	2	0	1	3	1
1980	25	8	0	43	7	0	0	2	4	0	0	4	0	1	3	1
1981	26	8	3	43	8	0	0	8	4	0	2	5	0	1	1	1
1982	26	8	4	46	2	0	1	6	4	0	2	5	0	2	0	1
1983	22	8	5	50	0	0	1	5	4	0	1	(5)	0	1	0	1

4.3.3. Exploitation des thonidés majeurs (albacore, listao et patudo), dans l'Atlantique tropical est

4.3.3.1. Albacore

L'albacore est historiquement l'espèce la plus recherchée dans la zone. Les prises manifestent de 1955 à 1982 une tendance à un fort et régulier accroissement, pour dépasser 100000 tonnes/an depuis 1975 (tableau 4.6). La palangre est, lors du début du développement des pêcheries industrielles (1957 à 1962), le principal engin de la pêcherie (tableau 4.7). La majorité des prises d'albacore est capturée depuis 1969 par les senneurs (tableau 4.8); ceux- ci fournissent en moyenne 80 % des captures d'albacore durant la période récente (1979 à 1983). Les captures d'albacore réalisées par les canneurs sont relativement stables depuis 1957, avec des prises moyennes de 17500 tonnes par an pour la période 1957 à 1983 (tableau 4.9).

4.3.3.2. Listao

L'essor des pêcheries de listao dans le golfe de Guinée est relativement récent. Les prises de listao demeurent inférieures à 20000 tonnes en 1967; elles dépassent de peu 40000 tonnes jusqu'en 1970. Le véritable essor de la pêcherie de listao s'observe à partir de 1970 où, tant les canneurs que les senneurs capturent des quantités croissantes de listao de 1970 à 1982. La prise de listao atteint près de 100 000 tonnes par an depuis 1974. Durant cette période, les senneurs capturent la majorité de ce tonnage (60 % de 1974 à 1983), mais le pourcentage de listao capturé à la canne demeure très significatif, environ 40 % (tableaux 4.10 et 4.11).

4.3.3.3. Patudo

Les pêcheries de patudo ne commencent à se développer significativement qu'en 1960; les prises de cette espèce dans l'Atlantique tropical est demeurent cependant bien inférieures, en poids, à celles des albacores ou des listaos. Les prises totales de patudo dans la région n'ont dépassé 20000 tonnes qu'en 1971 ; elles ont régulièrement dépassé 30000 tonnes depuis 1981 (tableau 4.3).

La pêcherie de patudo a toujours été dominée par les palangriers qui capturent la majorité des captures : 92 % des prises totales de 1960 à 1969, 62 % de 1970 à 1982. Les prises de patudo à la palangre dans la région sont relativement stables depuis 1970 (moyenne 1970 à 1982 = 16000 tonnes,tableau 4.12). (Le développement des pêches palangrières observé durant les années récentes a lieu en fait au nord et au sud de la zone d'étude). Les captures de patudo par les senneurs sont en régulier accroissement depuis 1970, pour atteindre 11400 tonnes par an en moyenne durant la période 1977 à 1983; ces chiffres demeurent cependant sujets à caution du fait de la difficulté d'identifier les petits patudos fréquents dans les prises des senneurs (tableau 4.13). Les prises des canneurs sont relativement faibles et avoisinent toutes flottilles confondues, 3000 à 5000 tonnes par an (tableau 4.14).

4.3.4 Bilan des prises moyennes par zone et par engin dans la zone et par engin dans la zone d'étude durant la période récente pour l'albacore, le listao et le patudo

4.3.4.1 Généralités

Durant la période récente on dispose par l'intermédiaire de l'ICCAT de bonnes statistiques de pêche pour toutes les flottilles industrielles, tant de surface qu'à la palangre. Ces données peuvent être regroupées par carrés

Tableau 4.6 Prises totales d'albacore, listao et patudo dans la zone de l'étude.

ANNEE	ALBACORE	LISTAO	PATUDO	TOTAL
1950	1200	0	0	1200
1951	1200	0	0	1200
1952	2600	0	0	2600
1953	3600	0	0	3600
1954	3400	0	0	3400
1955	4520	281	0	4801
1956	6274	711	0	6985
1957	20478	860	336	21674
1958	24545	3989	314	28848
1959	38526	4020	917	43463
1960	51064	810	1941	53815
1961	52111	5959	9636	67706
1962	35642	6997	10724	53363
1963	43602	12641	9713	65956
1964	46222	10209	8451	64882
1965	53018	16679	15946	85643
1966	41809	16530	8375	66714
1967	51029	17400	9272	77701
1968	71323	42792	10461	124576
1969	77623	24926	16938	119487
1970	59500	42630	16738	118868
1971	58032	68456	23183	149671
1972	76832	65170	23664	165666
1973	84510	68607	27217	180334
1974	91554	104624	20728	216906
1975	112087	53637	26617	192341
1976	107882	67600	22569	198051
1977	112400	99732	36444	248576
1978	108760	97656	26256	232672
1979	105869	77231	26991	210091
1980	107258	90961	31134	229353
1981	131425	98163	35249	264837
1982	130758	109690	38733	279181
1983	110653	96982	11950	219585

Tableau 4.7 Prises annuelles d'albacores par les palangriers dans la zone de l'étude, par pays.

ANNEE	TAIWAN (PROV.CH)	CUBA	JAPON	COREE + PANAMA	URSS	TOTAL
1957	0	0	10310	0	0	10310
1958	0	0	13889	0	0	13889
1959	0	0	32232	0	0	32232
1960	0	0	39472	0	0	39472
1961	0	0	38780	0	0	38780
1962	0	0	2411	0	0	2411
1963	0	0	22439	0	0	22439
1964	0	0	17805	0	91	17896
1965	0	487*	25442	0	487	26416
1966	729*	334*	9553	0	701	11317
1967	1730*	2197	9430	0	2441	15798
1968	6012*	1115*	8712	1458*	2436	19733
1969	6357	856*	5083	3826*	1769	17891
1970	3595	1458*	2335	8472*	481	16341
1971	3185	1549*	1345	6285*	1294	13658
1972	2968	3279*	1651	7511*	1005	16414
1973	1408	4100*	1212	15573*	1080	23373
1974	833	3097*	411	11095	2282	17718
1975	1120	1577	1700	14105	1691	20193
1976	173	1811	292	8132	1424	11832
1977	2	2513	61	8762	1634	12972
1978	48	1884	213	6456	451	9052
1979	1	2571	160	2390	469	5591
1980	3	4936	913	3827	134	9813
1981	83	2585	955	2370	195	6105
1982	183	2232	2389	3374	92	8270
1983	400	1500	730	2200	30	4860

*Les chiffres notés d'un astérisque ne sont pas calculés à partir de statistiques par 5° mois, mais estimés par hypothèse en considérant que 91.1 % des prises de l'Atlantique est proviennent de la zone d'étude. (Pourcentage moyen calculé sur la localisation des prises de Cuba, Corée, Taiwan et Japon durant la période 1975 à 1982).

Tableau 4.8 Prises totales d'albacores par les senneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	FIS	ESPAGNE	USA	CANADA	JAPON	GHANA	DIVERS	TOTAL
1962	0			0	0	0	0	0
1963	368	500	0	0	0	0	0	868
1964	2121	1000	0	0	455	0	0	3576
1965	3303	600	0	45	1134	0	0	5082
1966	6724	1300	0	646	4812	0	0	13482
1967	8821	2900	918	680	5224	0	0	18543
1968	12707	3100	5827	655	7463	0	0	29752
1969	14222	5427	18791	936	4714	0	0	44090
1970	16635	6386	9029	191	1318	0	200	33759
1971	18595	7409	3764	44	2232	0	400	32444
1972	23792	8563	12021	0	2827	0	200	47403
1973	26153	13269	3071	61	1542	0	800	44896
1974	31891	14045	5621	0	868	0	400	52825
1975	43757	23685	13960	0	145	81	300	81928
1976	47901	33195	1760	0	0	154	600	83610
1977	46516	35252	6400	0	0	0	200	88368
1978	52345	29258	8131	0	0	0	600	90334
1979	46174	39938	2884	0	0	0	700	89696
1980	49136	38682	1614	0	0	223	1000	90655
1981	52083	51332	1472	0	0	2975	3000	110862
1982	42619	53779	636	0	1810	4191	3500	106535
1983	36612	46400	0	0	1245	2738	7000	93995

Tableau 4.9 Prises totales d'albacores par les canneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	ANGOLA	GHANA	F I S	ESPAGNE	JAPON	COREE +PANAMA	CAP-VERT	TOTAL
1950	1200	0	0	0	0	0	*	1200
1951	1200	0	0	0	0	0	*	1200
1952	2600	0	0	0	0	0	*	2600
1953	3600	0	0	0	0	0	*	3600
1954	3400	0	0	0	0	0	*	3400
1955	4100	0	200	220	0	0	*	4520
1956	3734	0	2100	440	0	0	*	6274
1957	2610	0	6900	658	0	0	*	10168
1958	2049	0	8300	307	0	0	*	10656
1959	1387	0	4500	307	0	0	*	6194
1960	2472	0	8900	220	0	0	*	11592
1961	2241	0	7800	3290	0	0	*	13331
1962	2065	0	6800	1502	1164	0	*	11531
1963	2209	0	14700	2509	877	0	*	20295
1964	3635	0	16800	2256	2059	0	*	24750
1965	1941	0	15900	2400	1279	0	*	21520
1966	1331	0	15200	0	479	0	*	17010
1967	885	0	14500	0	1303	0	*	16688
1968	1087	0	18600	0	2151	0	*	21838
1969	390	0	14260	0	992	0	*	15642
1970	361	0	7545	0	881	0	*	8787
1971	498	0	7557	0	1955	0	*	10010
1972	611	0	7534	0	3496	445	*	12086
1973	603	112	5474	0	6500	810	*	13499
1974	839	274	6260	0	7066	2800	*	17239
1975	55	682	2854	0	1144	3518	*	8253
1976	1005	791	3674	0	4941	2029	*	12440
1977	2085	609	3383	0	2588	2095	*	10760
1978	2296	311	2796	0	1446	1725	*	8574
1979	904	1186	2167	0	962	4063	*	9282
1980	558	1695	2113	0	495	1429	*	6290
1981	959	2534	2943	0	1701	1041	5280	14458
1982	1467	5606	3026	0	1231	735	3488	15553
1983	788	4951	2490	0	966	203	4341	13739

Tableau 4.10 Prises totales de listao par les canneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	ANGOLA	GHANA	F I S	ESPAGNE	JAPON	COREE +PANAMA	CAP-VERT	GHANA ARTISANAL	TOTAL
1955	0	0	0	281	0	0	-	-	281
1956	150	0	0	561	0	0	-	-	711
1957	18	0	0	842	0	0	-	-	860
1958	58	0	0	3931	0	0	-	-	3989
1959	89	0	0	3931	0	0	-	-	4020
1960	529	0	0	281	0	0	-	-	810
1961	1388	0	360	4211	0	0	-	-	5959
1962	2055	0	1700	1700	1542	0	-	-	6997
1963	2266	0	2239	3300	4599	0	-	-	12404
1964	1507	0	1684	2900	3132	0	-	-	9523
1965	1402	0	3200	0	6318	0	-	-	13820
1966	2764	0	3786	0	4354	0	-	-	10904
1967	1979	0	3738	0	3735	0	-	-	9452
1968	4165	0	7155	0	7306	0	-	-	18626
1969	1885	0	3740	0	4926	0	-	-	10551
1970	955	0	4393	0	7481	0	-	-	12829
1971	1996	0	5839	0	11730	0	-	-	19565
1972	1677	0	3828	0	10149	676	-	-	16330
1973	1443	128	3213	0	12980	1081	-	-	18845
1974	3474	701	4414	0	18672	3102	-	-	30363
1975	653	1252	1775	0	3664	6323	-	4518	18185
1976	1514	2103	2131	0	15042	4415	330	5968	31503
1977	4036	3492	2734	0	16845	7570	928	1131	36736
1978	3501	2636	3309	0	14614	11112	474	206	35852
1979	3628	4007	3272	0	14686	13767	997	292	40649
1980	3482	4720	3136	0	12304	8453	2094	775	34964
1981	2532	4945	2593	0	12935	7682	1584	231	32502
1982	2257	14250	4370	0	8520	5320	1564	107	36388
1983	378	20540	2632	0	4562	3164	1337	1029	33642

Tableau 4.11 Prises totales de listao par les senneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	FIS	ESPAGNE	USA	CANADA	JAPON	GHANA	DIVERS	TOTAL
1962	0		0	0	0	0	0	0
1963	37	200	0	0	0	0	0	237
1964	254	400	0	0	32	0	0	686
1965	457	600	0	0	1802	0	0	2859
1966	1678	2500	0	0	1448	0	0	5626
1967	2557	3100	476	644	2171	0	0	8948
1968	5112	8700	3176	923	6255	0	0	24166
1969	2553	6190	4747	146	679	0	0	14315
1970	7803	6142	11752	585	3519	0	0	29801
1971	13062	11054	16224	1230	6222	0	200	48792
1972	13562	19533	12152	7	3386	0	200	48840
1973	7921	17762	21246	1189	1544	0	0	49662
1974	22594	30584	19973	0	910	0	100	74161
1975	10505	16861	7369	0	143	174	300	35352
1976	14874	15561	1766	0	0	96	200	32497
1977	28409	21529	5859	0	0	0	100	55896
1978	22543	28964	6797	0	0	0	2700	61004
1979	15591	17418	2073	0	0	0	400	35482
1980	21250	24222	2608	0	0	317	4600	52997
1981	24272	31307	2800	0	0	2682	2400	63461
1982	26700	34650	79	0	1410	3915	3900	70654
1983	24753	29100	0	0	1440	2807	4100	62200

Tableau 4.12 Prises annuelles de patudo (en tonnes) des palangriers dans la zone. Corée+Panama, par pays.
Les chiffres notés d'un astérisque ne sont pas calculés à partir de statistiques par 5 degrés, mais estimées par hypothèse en considérant que 50.6% des prises de l'Atlantique Est proviennent de la zone d'étude. (Pourcentage moyen calculé sur la localisation des prises de Cuba, Corée, Taïwan et Japon durant la période 1975 à 1982).

ANNEE	TAIWAN (PROV.CH)	CUBA	JAPON	COREE + PANAMA	URSS	TOTAL
1957	0	0	336	0	0	336
1958	0	0	314	0	0	314
1959	0	0	917	0	0	917
1960	0	0	1941	0	0	1941
1961	0	0	9636	0	0	9636
1962	0	0	10298	0	0	10298
1963	0	0	9338	0	0	9338
1964	0	0	7584	0	0	7584
1965	0	45	15567	0	195	15807
1966	0	152	7672	146	344	8314
1967	1129	110	4744	161	921	7065
1968	2209	448	5584	162	848	9251
1969	3859	520	6226	573	1113	12291
1970	3342	2075	3346	2394	1305	12462
1971	2278	1619	9208	3721	1381	18207
1972	1843	1012	11129	2932	828	17744
1973	820	1315	11521	4307	1498	19461
1974	808	1214	3935	4638	1703	12298
1975	1609	1739	8960	4509	1848	18665
1976	150	917	2345	6792	2483	12687
1977	675	1370	5467	10326	2067	19905
1978	547	1995	5198	3895	1041	12676
1979	23	2128	7066	5271	1022	15510
1980	189	1303	11156	3831	1325	17804
1981	449	449	9383	4339	850	15470
1982	346	355	15989	4458	321	21469
1983	260	290	7300	3900	200	11950

* Les chiffres notés avec * ne sont pas calculés à partir de statistiques par 5° mais estimés par hypothèse en considérant que 50.6 % des prises de patudo de l'Atlantique proviennent du Golfe de Guinée (pourcentage moyen calculé sur la localisation des prises de Cuba, Corée, Taiwab et Japon durant la période 1975 à 1982).

Tableau 4.13 Prises totales des patudos par les senneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	FIS	ESPAGNE	USA	CANADA	JAPON	GHANA	DIVERS	TOTAL
1966	6	0	0	0	0	0	0	6
1967	12	0	0	0	82	0	0	94
1968	6	0	0	0	413	0	0	419
1969	1260	284	148	0	1013	0	0	2705
1970	2400	472	195	0	92	0	0	3159
1971	2579	427	544	0	249	0	0	3799
1972	2840	935	212	0	308	0	0	4295
1973	3183	1259	113	0	18	0	0	4573
1974	4179	1345	865	0	115	0	0	6504
1975	3528	1648	67	0	0	0	0	5243
1976	5081	1696	28	0	0	30	100	6935
1977	6359	4819	2331	0	0	0	0	13509
1978	5321	2678	248	0	0	0	100	8347
1979	5307	2444	212	0	0	0	0	7963
1980	3582	4396	143	0	0	21	400	8542
1981	5771	7598	128	0	0	307	1200	15004
1982	5190	7496	345	0	30	359	300	13720
1983	5462	6800	0	0	22	187	2300	14771

Tableau 4.14 Prises totales de patudo par les senneurs dans la zone de l'étude.

ANNEE	ANGOLA	GHANA	FIS	ESPAGNE	JAPON	COREE	CAP-VERT	GHANA ARTISAN	TOTAL
1962	0	0	400	0	26	0	-	-	426
1963	0	0	360	0	15	0	-	-	375
1964	0	0	837	0	30	0	-	-	867
1965	0	0	14	0	125	0	-	-	139
1966	0	0	53	0	2	0	-	-	55
1967	0	0	1732	0	381	0	-	-	2113
1968	0	0	145	0	646	0	-	-	791
1969	0	0	1678	0	264	0	-	-	1942
1970	0	0	902	0	215	0	-	-	1117
1971	0	0	657	0	520	0	-	-	1177
1972	0	0	578	0	929	118	-	-	1625
1973	0	30	1210	0	1728	215	-	-	3183
1974	0	73	968	0	141	744	-	-	1926
1975	0	84	1318	0	872	435	-	-	2709
1976	0	140	1357	0	872	358	20	-	2747
1977	0	237	2563	0	1007	815	58	-	4680
1978	0	121	3605	0	562	671	171	3	5133
1979	0	183	2029	0	193	753	45	55	3258
1980	0	260	2419	0	445	1286	27	51	4488
1981	0	472	2193	0	1047	640	72	1	4425.
1982	0	432	1827	0	616	368	201	0	3444
1983	0	300	2034	0	49	0	292	3	2678

de 5° de côtés et sont intéressantes à considérer, car elles donnent une bonne vue globale de la distribution géographique moyenne des prises de thon (figure 4.11) et de la richesse relative des différentes zones de pêche.

4.3.4.2 Données

Ont été calculées à partir de la base de données de l'ICCAT, les prises moyennes annuelles par espèce de tous les engins, par carrés de 5°, durant la période récente 1978 à 1982. Le tableau 4.15 donne les valeurs qui correspondent à la moyenne des prises par secteurs de 5 degrés dans la zone de 1978 à 1982. (Période choisie pour la bonne qualité de ses statistiques et jugée comme représentative des pêcheries actuelles).

4.3.4.3. Prises moyennes 1978-1982

a) Tous engins

On constate que les zones où les captures de thons sont les plus importantes sont les zones côtières et celles des îles (figure 4.11, tableau 4.15), en particulier les secteurs de pêche situés le long des côtes du cap Lopez, de la Côte d'Ivoire et du Ghana, du Sénégal et des îles du golfe de Guinée (Sao Thome, Anno Bon, etc...); quatre carrés de 5° fournissent en particulier des prises moyennes extrêmement élevées de plus de 20000 tonnes annuelles. D'aussi fortes captures soutenues sont rares à l'échelle mondiale, et ne sont semble t-il observées que dans quelques zones de pêche très actives, comme certains secteurs du Pacifique de l'est. Ces fortes captures s'expliquent à la fois par le fort taux d'exploitation des thonidés de la région, et par l'abondance particulière des thons le long des côtes d'Afrique de l'ouest elle-même en relation avec les divers mécanismes d'enrichissement actifs dans le secteur (upwellings, dômes, fronts, etc.., chapitre 3).

b) Canneurs

Les canneurs sont cantonnés durant la période récente dans deux zones côtières (figure 4.12.a) : le secteur nord (Sénégal, Mauritanie, Iles du Cap Vert), et surtout la zone centrale du golfe de Guinée (large du Ghana). Les captures des canneurs dans la zone sud de l'Angola demeurent peu importantes. Les canneurs capturent en moyenne 17 % des thons majeurs pêchés dans la région.

c) Senneurs

Les senneurs exploitent toute la zone du golfe de Guinée (figure 4.12.b), mais les prises sont surtout importantes dans les zones situées à proximité relative des côtes. La zone située entre le continent africain, la latitude 5° sud et la longitude 20° ouest fournit ainsi en moyenne 95 % des captures des senneurs de l'Atlantique est. Les senneurs sont par ailleurs dans la région le premier engin de pêche et capturent en moyenne durant la période récente 61 % des prises des 3 espèces de thons majeurs (albacore, listao, patudo).

d) Palangriers

Les palangriers exploitent l'ensemble de la zone d'étude, où ils capturent en moyenne 24000 tonnes d'albacore et de patudo, soit 22 % des prises totales des trois thonidés majeurs durant la période récente. La zone de pêche actuelle des palangriers (figure 4.9) est plus vaste et moins côtière que celle des senneurs. Cette situation récente de la pêcherie palangrière est différente de celle de la pêcherie historique (1958 à 1969) durant laquelle les palangriers japonais pêchaient dans une zone très voisine de celle exploitée actuellement par les senneurs (figure 4.8).

Tableau 4.15 Prises moyennes d'albacore, de listao et de patudo, par secteur de 5°, dans la zone de l'étude, tous engins (surface et palangre), période 1978 à 1982.

CARRE 5X5	ALBACORE	LISTAO	PATUDO	TOTAL	NBRE TOT. CARRE 1X1
40000	11405	15241	1732	28377	23
20005	12179	11931	2844	26953	23
41015	9334	12666	2429	24428	15
10000	4845	16904	1294	23043	25
40010	8655	2760	675	12088	25
20000	7997	2618	1271	11886	25
40015		2739	837	10136	25
41515	3565	3695	2401	9661	15
10005	3763	4300	955	9016	22
40005	5575	1983	533	8091	23
30000	6298	656	629	7585	25
30010	6198	392	194	6785	25
40515	4307	1510	901	6718	25
41520	4256	1601	700	6557	23
40510	3346	2158	528	6032	11
30005	5058	347	262	5667	25
21010	1124	3142	438	4704	15
30015	3038	462	573	4072	25
40520	2275	454	1138	3866	25
21510	588	1677	442	2707	10
20010	1554	913	198	2665	5
20500	558	599	1324	2479	25
40020	1414	354	621	2389	25
41020	1382	120	879	2382	25
40525	1275	0	790	2066	25
41025	890	0	1099	1989	25
20510	853	548	394	1796	13
30515	92	0	1485	1578	25
30520	137	0	1338	1474	25
10500	383	1045	33	1462	5
20505	294	76	1038	1406	25
21000	6	0	461	466	25
21005	18	37	1351	1403	25
21015	1	0	7	8	25
21500	3	0	239	242	25
21505	19	0	1262	1281	25
30020	380	7	400	788	25
30025	264	7	497	770	25
30500	147	35	851	1033	25
30505	198	16	1110	1325	25
30510	89	27	723	839	25
30525	78	0	415	492	25
31000	29	0	523	552	25
31005	48	136	221	404	25
31010	8	0	85	93	3
31015	7	0	42	48	6
31020	7	0	27	35	8
31025	12	0	24	36	25
31500	0	0	14	14	1
31505	1	0	6	8	1
31510	3	0	10	13	25
31515	5	0	9	14	2
31520	14	0	27	41	3
40025	645	1	278	926	25
40500	267	428	47	740	3

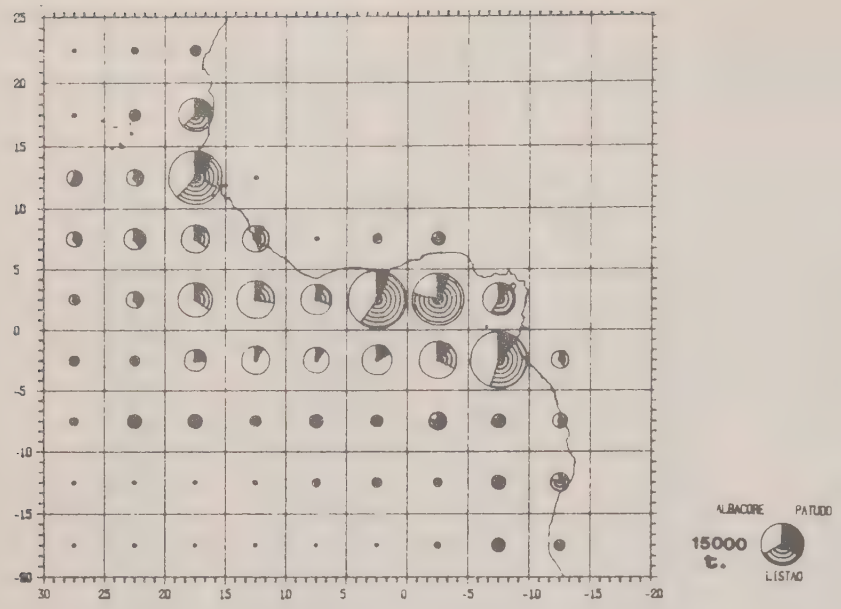


Figure 4.11 Prises moyennes (en tonnes) par carré de 5° pour l'ensemble des pêcheries industrielles (canneurs, senneurs et palangriers), pour l'albacore, le listao et le patudo, moyenne de la période 1978 à 1982.

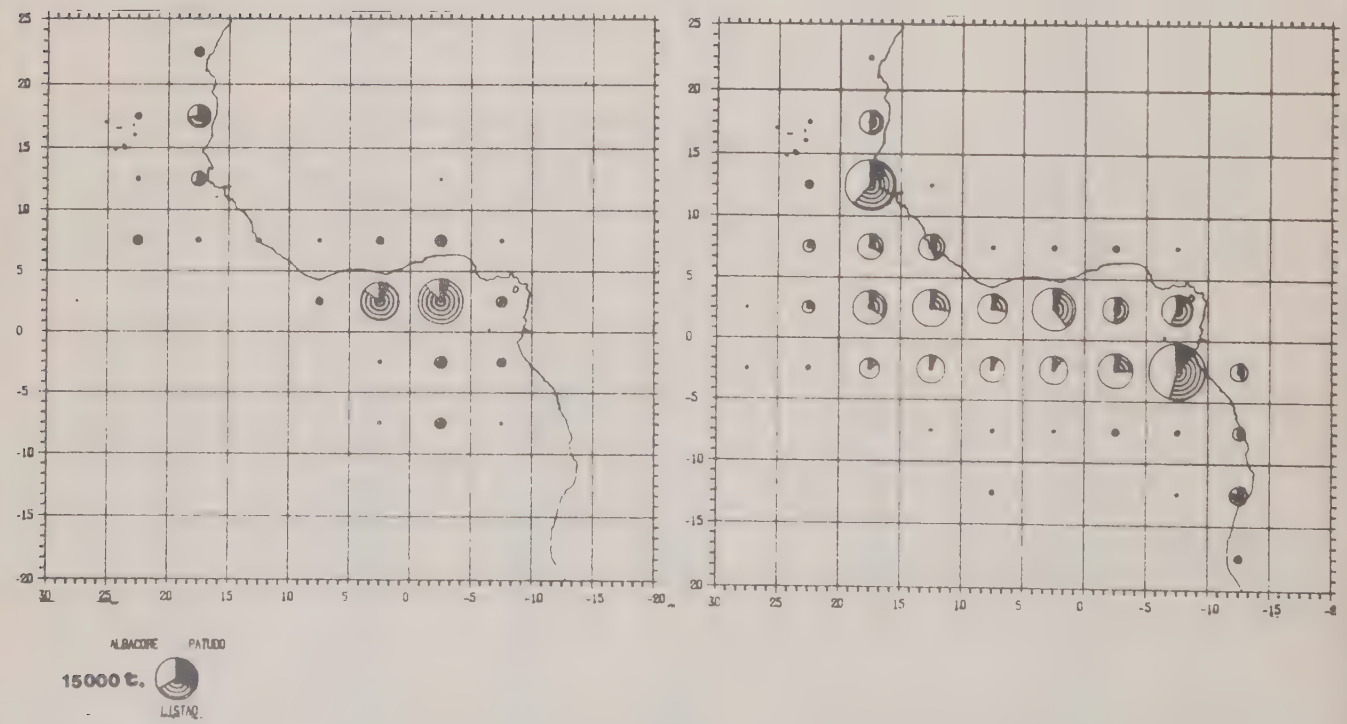


Figure 4.12 Prises moyennes par carré de 5°, en albacore, listao et patudo, moyenne de la période 1978 à 1982, pour les canneurs et pour les senneurs.

4.4. L'EXPLOITATION DES PETITS THONIDES ET ESPECES VOISINES DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST

4.4.1. Généralités

Les petits thonidés (thonine, bonite à dos rayé, maquereau bonite et auxides) sont exploitées essentiellement par les pêcheries artisanales, compte tenu de la nature côtière de ces ressources, mais également par certaines flottilles industrielles. La collecte et le traitement des données statistiques sont réalisés de façon systématique au Sénégal (Diouf, 1985). Pour les autres pays, les données proviennent de l'ICCAT où des bulletins de la FAO et ne sont pas le plus souvent contrôlées par des scientifiques. Dans d'autres pays, tels la Gambie, le Togo, le Nigeria et le Cameroun, les statistiques de captures des pêcheries artisanales ne sont déclarées. Ces pêcheries, souvent multispécifiques et utilisant des engins de pêche variés, sont très dispersées le long des côtes et difficile à échantillonner.

Les pêcheries industrielles ne s'intéressent pas spécialement aux petits thonidés. Elles les rejettent en mer ou les regroupent dans la catégorie des" divers" dans les livres de bord, et les vendent souvent dans des marchés locaux difficiles à contrôler.

Les possibilités de confusion entre espèces sont fréquentes et existent dans toutes ces pêcheries tant industrielles qu'artisanales. L'appellation "bonite" est par exemple souvent utilisée, non seulement pour Sarda sarda mais aussi pour tous les petits thonidés y compris le listao, surtout dans la période historique. De même, les auxides et les thonines sont souvent confondues dans les déclarations de captures. Malgré ces lacunes, les débarquements dans la zone de l'étude ont pu etre estimés à 40000 tonnes par an toutes espèces confondues (tableau 4.16).

4.4.2. Evolution des prises

4.4.2.1. Pêcheries artisanales

Les pêcheries artisanales de petits thonidés sont très anciennes sur les côtes est atlantiques. Villaut de Bellefond cite en 1669 des captures de "bonites" par les pêcheries artisanales du Sénégal et de la Sierra Léone. Monod (1977) fait référence à des prises importantes de "petits thons" au début du 18ème siècle dans le golfe de Guinée et au cap Blanc en Mauritanie. Les statistiques des pecheries artisanales sont disponibles depuis 1950 en Angola et à partir des années 1970 en Atlantique tropical oriental (Sénégal et Ghana). L'évolution des prises totales de petits thonidés est présentée à la figure 4.13 pour la période 1950 à 1983.

- Thonine

Durant la période historique (1950 à 1970), les prises de thonine varient peu (tableau 4.17). Elles sont de l'ordre de 3000 tonnes par an. Elles diminuent de 1970 à 1977 puis augmentent de façon significative dans les années récentes et atteignent 10000 tonnes en 1983 (figure 4.14.a).

Les prises artisanales les plus importantes sont déclarées par le Ghana mais la ventilation spécifique des captures semble souvent douteuse ; la totalité des captures est attribuée à l'espèce dominante dans les débarquements. Au Sénégal, les prises artisanales sont le fait des lignes et sennes tournantes. Les débarquements de ligne de traîne y sont de l'ordre de 500 à 600 tonnes par an dans les années récentes. Ailleurs, les prises sont essentiellement réalisées par les filets de surface.

Tableau 4.16 Prises de petits thonidés déclarées par les pêcheries artisanales (A) et industrielles (B) dans la zone de l'étude de 1950 à 1983 et total général des différentes pêcheries.
(Les débarquements de la pêche industrielle existent à partir de 1955).

ANNEE	THONINE	AUXIDE	BONITE A DOS RAYE	M.BONITE	TOTAL
1950	3000	4300	500	0	7800
1951	500	2600	600	0	3700
1952	2200	700	1100	0	4000
1953	3300	8400	400	0	12100
1954	4900	7300	200	0	12400
1955	4200	5200	200	0	9600
1956	1985	1515	489	0	3989
1957	2912	724	1222	0	4858
1958	3353	1364	803	0	5520
1959	9571	1504	515	0	11590
1960	2945	1608	562	0	5115
1961	2446	2128	304	0	4878
1962	5054	1504	494	0	7052
1963	3885	1197	474	0	5556
1964	1648	919	697	0	3264
1965	3511	1718	341	0	5570
1966	3092	1475	1271	0	5838
1967	3288	3405	842	0	7535
1968	2038	2431	414	1800	6683
1969	1422	3738	692	2500	8352
1970	4903	3512	840	3500	12755
1971	1798	3620	805	700	6923
1972	1027	7191	467	1500	10185
1973	822	708	490	1000	3020
1974	1466	7594	350	3915	13325
1975	1228	6436	83	912	8659
1976	778	4311	905	1825	7819
1977	2269	14069	1052	1928	19318
1978	7978	1258	949	1906	12091
1979	7347	4363	376	2728	14814
1980	6561	7631	521	4983	19696
1981	6146	2181	779	2688	11794
1982	6519	1209	1162	4887	13777
1983	10118	3633	655	4312	18718

ANNEE	THONINE	AUXIDE	BONITE A DOS RAYE	M.BONITE	TOTAL	TOTAL GENERAL
1950	0	0	0	0	0	7800
1951	0	0	0	0	0	3700
1952	0	0	0	0	0	4000
1953	0	0	0	0	0	12100
1954	0	0	0	0	0	12400
1955	34	0	0	0	34	9634
1956	9	0	46	0	55	4044
1957	0	0	35	0	35	4893
1958	0	0	0	0	0	5520
1959	8	0	3	0	11	11601
1960	48	0	0	0	48	5163
1961	5	12	29	0	46	4924
1962	20	0	3	0	23	7075
1963	29	0	10	0	39	5595
1964	0	0	2	0	2	3266
1965	22	902	49	0	973	6543
1966	81	409	92	0	582	6420
1967	675	1068	77	0	1820	9355
1968	287	2817	102	0	3206	9889
1969	558	3424	340	200	4522	12874
1970	1191	3813	30	200	5234	17989
1971	810	886	44	600	2340	9263
1972	741	1596	281	600	3218	13403
1973	618	3453	33	600	4704	7724
1974	2705	723	1599	800	5827	19152
1975	1517	120	1848	228	3713	12372
1976	1136	196	2157	76	3565	11384
1977	3803	645	4712	644	9804	29122
1978	6760	949	1754	4810	14273	26364
1979	2946	730	2172	1439	7287	22101
1980	8340	3932	6536	0	18808	38504
1981	6929	1782	4704	0	13415	25209
1982	5788	8195	6668	602	21253	35030
1983	11237	5028	3172	1170	20607	39325

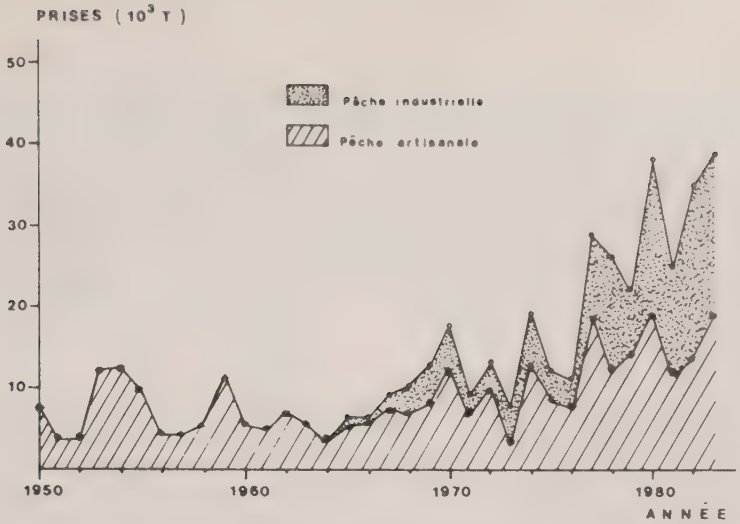


Figure 4.13 Prises totales déclarées de petits thonidés par pêcherie dans la zone de l'étude de 1950 à 1983.

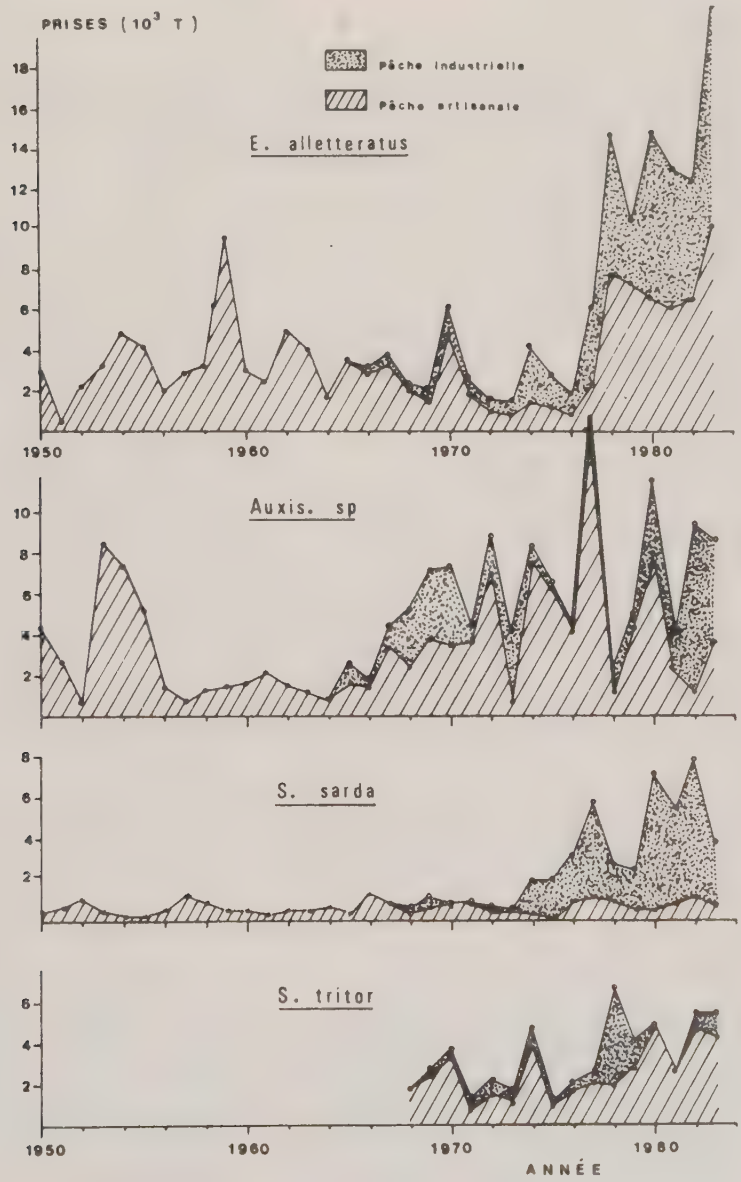


Figure 4.14 Prises déclarées de petits thonidés par espèce et par pêcherie dans la zone de l'étude de 1950 à 1983: (a) thonine (b) auxis (c) bonite à dos rayé (d) maquereau bonite.

- Auxides

Les prises d'auxides, de l'ordre de 5 000 tonnes par an de 1950 à 1955, diminuent et se stabilisent à 1000 - 1500 tonnes par an jusqu'en 1966, année à partir de laquelle elles augmentent tout en présentant une forte variabilité interannuelle (tableau 4.18). L'insuffisance des données statistiques concernant cette espèce dans la zone est liée en partie à une confusion entre auxides et thonines, et au fait que cette espèce est la plus océanique des petits thonidés et donc se prête moins à une exploitation artisanale généralement côtière (figure 4.14.b).

- Bonite à dos rayé

Les prises artisanales de bonite à dos rayé présentent de faibles variations de 1950 à 1983, en dessous de 1000 tonnes par an (tableau 4.19). Il faut remarquer que seules les données de l'Angola (1950-83) et du Sénégal (1974 à 1983) sont disponibles dans la zone (figure 4.14.c). Les captures dans les pêcheries artisanales sénégalaises représentent plus de 80 % de l'ensemble des prises artisanales déclarées dans la zone. Ces captures sont dues aux lignes à main appâtées et aux lignes de traîne.

- Maquereau bonite

Les statistiques de prises de maquereau bonite n'existent qu'à partir de 1968 (tableau 4.20), mais les pêcheries artisanales ont toujours exploité cette espèce dans la zone notamment au Ghana, en Angola, et sur les côtes d'Afrique occidentale : au Bénin (30 tonnes en 1964, 70 tonnes en 1965), au large de la Sénégambie et de la Mauritanie. Les prises sont de l'ordre de 2000 à 3000 tonnes jusqu'en 1970 puis elles se stabilisent autour de 1000 à 1500 tonnes jusqu'en 1979 et augmentent sensiblement dans les années 1980 pour atteindre 3500 tonnes par an (figure 4.14.d). L'essentiel des débarquements de cette espèce serait d'après les statistiques actuelles, effectué au Sénégal et au Ghana. Les captures sont faites aux filets maillants, à la senne tournante et aux lignes à main.

- Autres espèces

D'autres espèces de petits thonidés sont également exploitées dans la zone, notamment le wahoo et la palomette. Les données concernant ces espèces sont très fragmentaires. Cependant la pêcherie artisanale de ligne des Iles du Cap-Vert débarque quelques 1500 à 2000 tonnes par an de wahoo. En Mauritanie, la période d'abondance de la palomette se situe de juillet à décembre, les prises y sont réalisées principalement dans la baie du Levrier avec une concentration particulière aux abords du cap Blanc (Maigret, 1973). Les quantités débarquées ne sont pas estimées. Au nord du Sénégal, la pêcherie artisanale de ligne capture de la palomette de juin à novembre. Les prises y sont faibles de l'ordre de 50 à 100 tonnes par an.

Pour toutes les espèces de petits thonidés et espèces voisines, il apparait globalement que les prises augmentent sensiblement durant les années récentes par suite d'une amélioration de la couverture statistique, d'une meilleure identification des espèces mais aussi d'un accroissement de l'effort de pêche.

4.4.2.2. Pêcheries industrielles

Les données de pêche industrielle sont relativement récentes dans la zone. Elles sont essentiellement fournies par les unités soviétiques, les senneurs FIS et espagnols, et les canneurs angolais et ghanéens. Les senneurs japonais ont réalisé des prises importantes de petits thonidés dans les années 1965-1970. L'évolution des prises par espèce et par an de 1950 à 1983 est représentée à la figure 4.14.

Tableau 4.17

Prises artisanales de thonine déclarées par pays dans la zone de l'étude de 1971 à 1983. (N.B.: de 1950 à 1970 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	GHANA	SENEGAL	AUTRES	TOTAL
1971	1748	0	0	50	1798
1972	977	0	0	50	1027
1973	772	0	0	50	822
1974	879	0	537	50	1466
1975	86	0	1092	50	1228
1976	0	23	705	50	778
1977	679	0	1540	50	2269
1978	501	5981	1446	50	7978
1979	184	5416	1697	50	7347
1980	492	4117	1921	31	6561
1981	439	2900	2680	127	6146
1982	620	1523	4214	162	6519
1983	453	5009	4572	84	10118

Tableau 4.18

Prises artisanales d'auxide déclarées dans la zone de l'étude de 1965 à 1983. (N.B.: de 1950 à 1964 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	GHANA	AUTRES	TOTAL
1965	1718	0	0	1718
1966	1475	0	0	1475
1967	1205	2200	0	3405
1968	631	1800	0	2431
1969	738	3000	0	3738
1970	512	3000	0	3512
1971	920	2700	0	3620
1972	2064	5127	0	7191
1973	682	26	0	708
1974	1299	6295	0	7594
1975	435	6001	0	6436
1976	0	4311	0	4311
1977	155	13914	0	14069
1978	211	1047	0	1258
1979	77	4286	0	4363
1980	65	7566	0	7631
1981	69	2048	64	2181
1982	128	1009	72	1209
1983	63	3570	0	3633

Tableau 4.19

Prises artisanales de bonite à dos rayé déclarées dans la zone de l'étude de 1968 à 1983. (N.B.: de 1950 à 1967 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	SENEGAL	AUTRES	TOTAL
1968	414	0	0	414
1969	692	0	0	692
1970	840	0	0	840
1971	805	0	0	805
1972	467	0	0	467
1973	490	0	0	490
1974	343	4	3	350
1975	23	40	20	83
1976	41	164	0	205
1977	429	614	9	1052
1978	414	523	9	946
1979	204	159	13	376
1980	338	140	43	521
1981	132	615	32	779
1982	206	920	36	1162
1983	79	560	16	655

Tableau 4.20

Prises artisanales et industrielles de maquereau bonite dans la zone de l'étude, de 1968 à 1983. (N.B.: Les prises industrielles disponibles sont celles de l'URSS.

ANNEE	ANGOLA	GHANA	SENEGAL	AUTRES	TOTAL	U R S S*	TOTAL	TOTAL GENERAL
1968	0	1800	0	0	1800	0	1800	1800
1969	0	2500	0	0	2500	200	2700	2900
1970	0	3500	0	0	3500	200	3700	3900
1971	0	700	0	0	700	600	1300	1900
1972	0	1500	0	0	1500	600	2100	2700
1973	0	1000	0	0	1000	600	1600	2200
1974	348	3513	54	0	3915	800	4715	5515
1975	0	598	314	0	912	228	1140	1368
1976	0	555	1270	0	1825	76	1901	1977
1977	20	720	1188	0	1928	644	2572	3216
1978	81	771	1054	0	1906	4810	6716	11526
1979	24	1569	1112	23	2728	1439	4167	5606
1980	70	4412	404	97	4983	0	4983	4983
1981	68	1983	489	148	2688	0	2688	2688
1982	138	2982	773	1003	4896	602	5498	6100
1983	138	2225	1098	851	4312	1170	5482	6652

- Thonine

Les prises industrielles de thonine ont régulièrement augmenté de 1970-1983, par suite d'un fort accroissement des prises déclarées par les navires de l'URSS (tableau 4.21). De 1000 tonnes en 1970, elles passent à 10000 tonnes en 1983 (figure 4.14 a). La cartographie des captures réalisées par les senneurs français et espagnols est représentée à la figure 4.15.a (Il s'agit des prises notées dans les livres de bord et qui sont probablement très sous estimées).

- Auxide

Les prises industrielles d'auxides sont importantes de 1965- 1970 de l'ordre de 3 000 tonnes par an. Elles diminuent avec le départ des senneurs japonais de la zone du golfe de Guinée en 1977 (figure 4.14 b). Durant les années récentes 1980 à 1983, elles augmentent régulièrement et sont surtout le fait des senneurs FIS et espagnols ; les prises dépassent 5 000 tonnes par an en 1982 et 1983 (tableau 4.22). La figure 4.15.b donne la cartographie des prises d'auxides dont les positions sont connues des senneurs FIS et espagnols de 1980 à 1983.

- Bonite à dos rayé

La bonité à dos rayé serait l'objet de pêches importantes par les senneurs soviétiques (6000 tonnes par an de 1980 à 1982) (tableau 4.23), alors qu'apparemment ce n'est pas le cas pour les senneurs FIS et espagnols pour lesquels il n'y a pas de données de débarquement ou de rejets de cette espèce au large de l'Atlantique oriental (figure 4.14. c).

- Maquereau bonite

Les pêches industrielles du maquereau bonite seraient uniquement effectuées par les flottilles de l'URSS à l'aide d'engins de surface et atteindraient quelques milliers de tonnes certaines années (tableau 4.20 et figure 4.14.d).

- Palomette

Une flottille de senneurs hollandais recherchait préférentiellement de la palomette au large du cap Blanc en Mauritanie en mai-juin et a réalisé des prises de quelques 1 000 tonnes en 1972 (Maigret et al., 1979).

L'essentiel des données des pêcheries industrielles sont obtenues des flottilles de l'URSS pour lesquelles il est souvent difficile de distinguer les zones et engins de pêche.

D'autres espèces, notamment le wahoo qui est une espèce de haute mer, sont avec la palomette probablement pêchés par les unités industrielles mais ne sont pas déclarées.

4.4.2.3. Conclusion

Les prises de petits thonidés augmentent régulièrement dans la zone. Elles présentent de fortes variations interannuelles, notamment durant les années récentes. La tendance est la même dans les pêcheries industrielles où les producteurs manifestent un intérêt de plus en plus marqué pour ces espèces. Des efforts pour améliorer la qualité des statistiques ont été faits au Sénégal (Diouf, 1985) et en Côte d'Ivoire (Amon Kothias et Bard, 1986). Wise (1985) a essayé, à partir des données de prises déclarées, d'estimer les captures locales réalisées sur l'ensemble de la côte ouest africaine : il conclut qu' environ 10000 à 21000 tonnes par an de petits thonidés seraient capturés sans être communiqués.

Tableau 4.21 Prises industrielles de thonine déclarées par pays dans la zone de l'étude de 1971 à 1983.
(N.B.: De 1950 à 1970 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	GHANA	F I S	ESPAGNE	U R S S	AUTRES	TOTAL	TOTAL GENERAL
1971	660	0	0	100	0	50	810	2608
1972	257	0	0	334	0	150	741	1768
1973	198	26	0	280	0	164	668	1490
1974	408	66	1583	250	0	398	2705	4171
1975	363	130	860	4	0	160	1517	2745
1976	10	76	400	0	470	180	1136	1914
1977	647	54	431	1878	690	103	3803	6072
1978	325	68	38	0	6127	202	6760	14738
1979	462	131	57	0	2184	112	2946	10293
1980	836	17	972	83	6307	125	8340	14901
1981	732	368	1850	44	3615	320	6929	13075
1982	1114	617	2506	156	1085	310	5788	12307
1983	1179	0	3234	239	6528	57	11237	21355

Tableau 4.22 Prises industrielles d'auxides déclarées dans la zone de l'étude de 1965 à 1983.
(N.B.: De 1950 à 1964 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	GHANA JAPON	F I S	ESPAGNE	U R S S	TOTAL	TOTAL GENERAL
1965	0	902	0	0	0	902	2620
1966	0	409	0	0	0	409	1884
1967	0	1068	0	0	0	1068	4473
1968	6	2811	0	0	0	2817	5248
1969	39	3385	0	0	0	3424	7162
1970	9	3804	0	0	0	3813	7325
1971	251	635	0	0	0	886	4506
1972	222	1374	0	0	0	1596	8787
1973	437	3016	0	0	0	3453	4161
1974	237	486	0	0	0	723	8317
1975	100	20	0	0	0	120	6556
1976	27	14	0	0	155	196	4507
1977	42	89	0	268	242	641	14710
1978	146	0	0	0	803	949	2207
1979	280	0	0	0	450	730	5093
1980	191	0	0	3047	694	3932	11563
1981	282	0	720	573	407	1982	4163
1982	387	0	1580	1605	5623	9195	10404
1983	149	0	1490	1734	1655	5028	8661

Tableau 4.23 Prises industrielles de bonite à dos rayé déclarées dans la zone de l'étude de 1968 à 1983.
(N.B.: De 1950 à 1967 seules sont disponibles les données de l'Angola représentées au tableau 4.16).

ANNEE	ANGOLA	U R S S	AUTRES	TOTAL	TOTAL GENERAL
1968	2	100	0	102	516
1969	40	300	0	340	1032
1970	30	0	0	30	870
1971	44	0	0	44	849
1972	81	200	0	281	748
1973	9	24	0	33	523
1974	8	1402	189	1599	1949
1975	15	1542	291	1848	1931
1976	790	1281	86	2157	2362
1977	409	4164	139	4712	5764
1978	117	1692	35	1844	2790
1979	47	2125	0	2172	2548
1980	39	6433	64	6536	7057
1981	64	4559	81	4704	5483
1982	47	6329	292	6668	7830
1983	45	2375	752	3172	3827

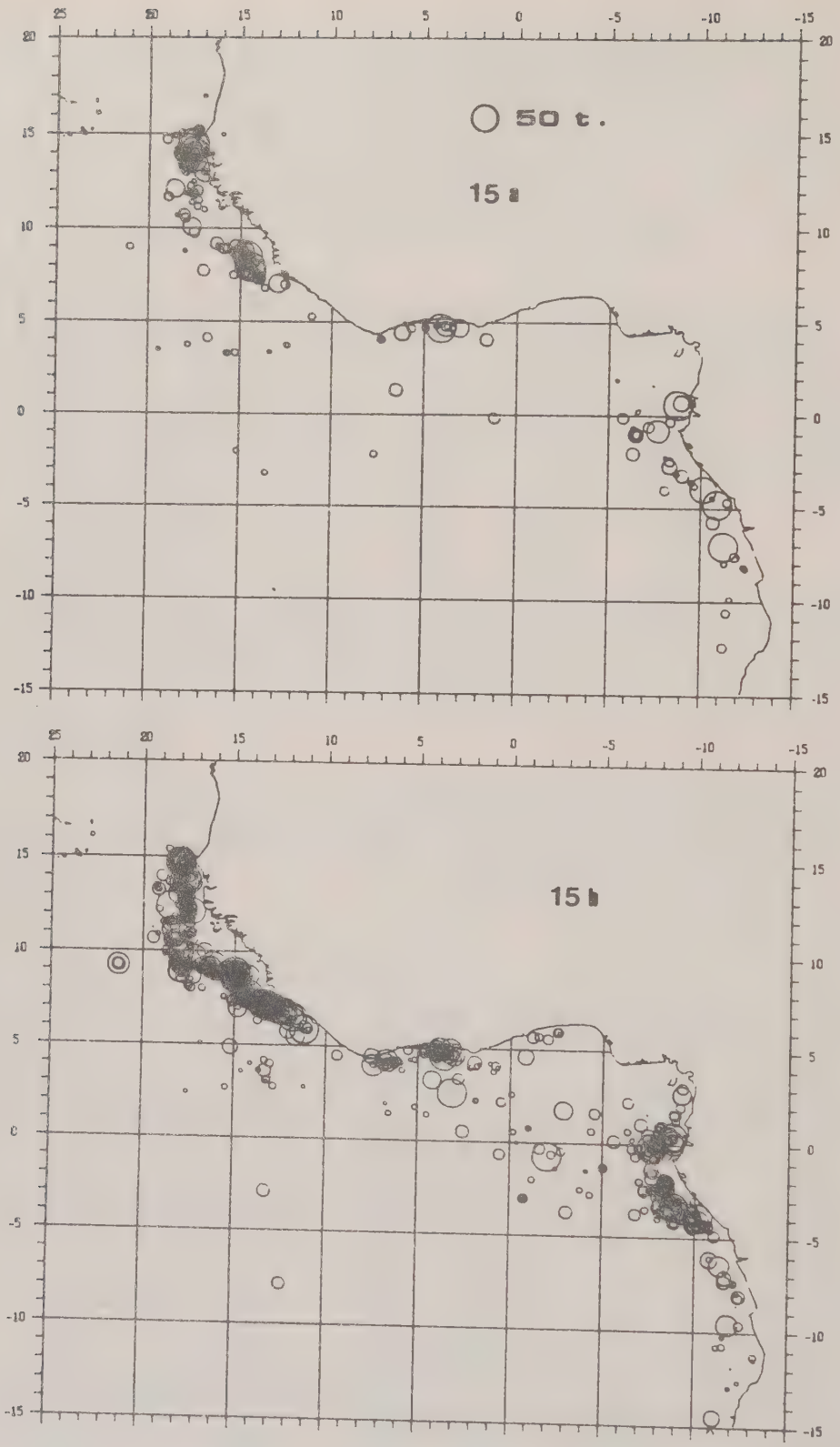


Figure 4.15 Cartographie schématique des prises de thonine (a) et d'auxide (b) réalisées de 1980 à 1983 par les senneurs français et espagnols. (Chaque cercle représente un coup de senne avec une capture de l'espèce enregistrée dans le livre de bord; la surface des cercles est proportionnelle à la prise).

4.4.3. Structure en taille des captures

La structure en taille des captures des différentes espèces est connue à partir des mensurations effectuées en Angola et au Sénégal. Ailleurs, dans l'Atlantique tropical oriental, il n'y a que peu de données de fréquences de taille.

- Thonine

Au Sénégal, les pêcheries artisanales exploitent essentiellement deux classes : les individus mesurant entre 30-50 cm et ceux de 60-70 cm. Les individus de grande taille sont essentiellement exploités de janvier à juin par les lignes, alors que ceux de taille inférieure à 50 cm sont exploités en saison chaude, mais aussi par les lignes de traîne toute l'année non loin des côtes (Diouf, 1980). En Angola, durant la période 1978-1983 les canneurs ont débarqué en majorité des individus de taille comprise entre 40-50 cm, les tailles exploitées varient de 30 à 60 cm (figure 4.16.a). Les captures réalisées en Atlantique Est par les flottilles industrielles FIS et espagnole montrent, que de 1977 à 1984, les individus débarqués ont une taille comprise entre 35 et 70 cm de longueur à la fourche ; les plus nombreux ont des tailles qui se situent entre 45-55 cm (figure 4.16.b). Les données obtenues ailleurs sont encore insuffisantes, mais il semble que les classes intermédiaires, faiblement représentées au Sénégal, soient présentes en plus grande proportion au large de Sierra Léone et de la Côte d'Ivoire (Marchal, 1963; Chur, 1975).

- Auxides

Très peu de données de mensurations d'auxide sont disponibles dans la zone d'étude. En Angola, les courbes de fréquences de taille des individus débarqués par les canneurs sont représentées dans la figure 4.17.a de 1979 à 1983. Les prises sont constituées essentiellement d'individus de taille inférieure à 40 cm. Les plus petits individus apparaissent dans cette pêcherie en novembre-décembre et ont moins de 30 cm. Les distributions de taille des auxides pêchées par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 montrent des tailles légèrement plus grande de 35 à 50 cm. Toutefois, des individus de taille supérieure (50-60 cm) ont été mesurés dans les débarquements de senneurs espagnols en 1977 (figure 4.17.b).

- Bonite à dos rayé

Au Sénégal, la majorité des prises des lignes est constituée d'individus de taille modale de 50 cm de janvier à juin. A partir de mai-juin, les prises deviennent insignifiantes dans cette zone, les rares captures qui y sont effectuées concernent des individus de petite taille. Les lignes de traîne capturent des individus de moins de 45 cm près des côtes de janvier à juin. Les tailles des bonites à dos rayé capturées par les canneurs angolais s'échelonnent de 30 à 60 cm. Les classes les plus nombreuses se situent entre 40 et 50 cm de longueur à la fourche. Les plus petites classes arriveraient dans la zone au quatrième trimestre.

- Maquereau bonite

Les données de taille concernant cette espèce ne sont disponibles que pour les pêcheries artisanales sénégalaises. La majorité des individus exploités ont des tailles variant de 40 à 70 cm. Les plus grands individus sont capturés par les filets maillants dormants et les lignes à main. Les sennes de plage capturent des individus de petite taille inférieure à 20 cm de juin à octobre. Les lignes de traîne exploitent des individus de 40-60 cm dans les zones côtières durant la même période. Les prises des sennes tournantes sont constituées d'individus de taille comprise entre 40-50 cm de longueur à la fourche.

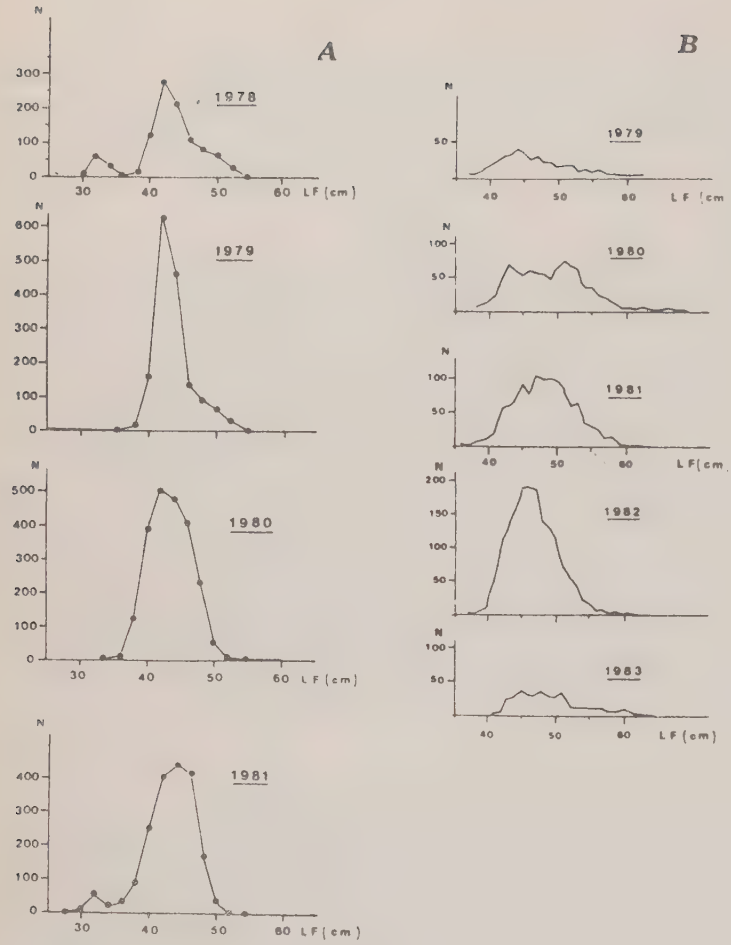


Figure 4.16 Fréquences de taille des thonines débarquées par les canneurs angolais de 1978 à 1983 (a) et par les senneurs français et espagnols (b) au port de Dakar de 1979 à 1983.

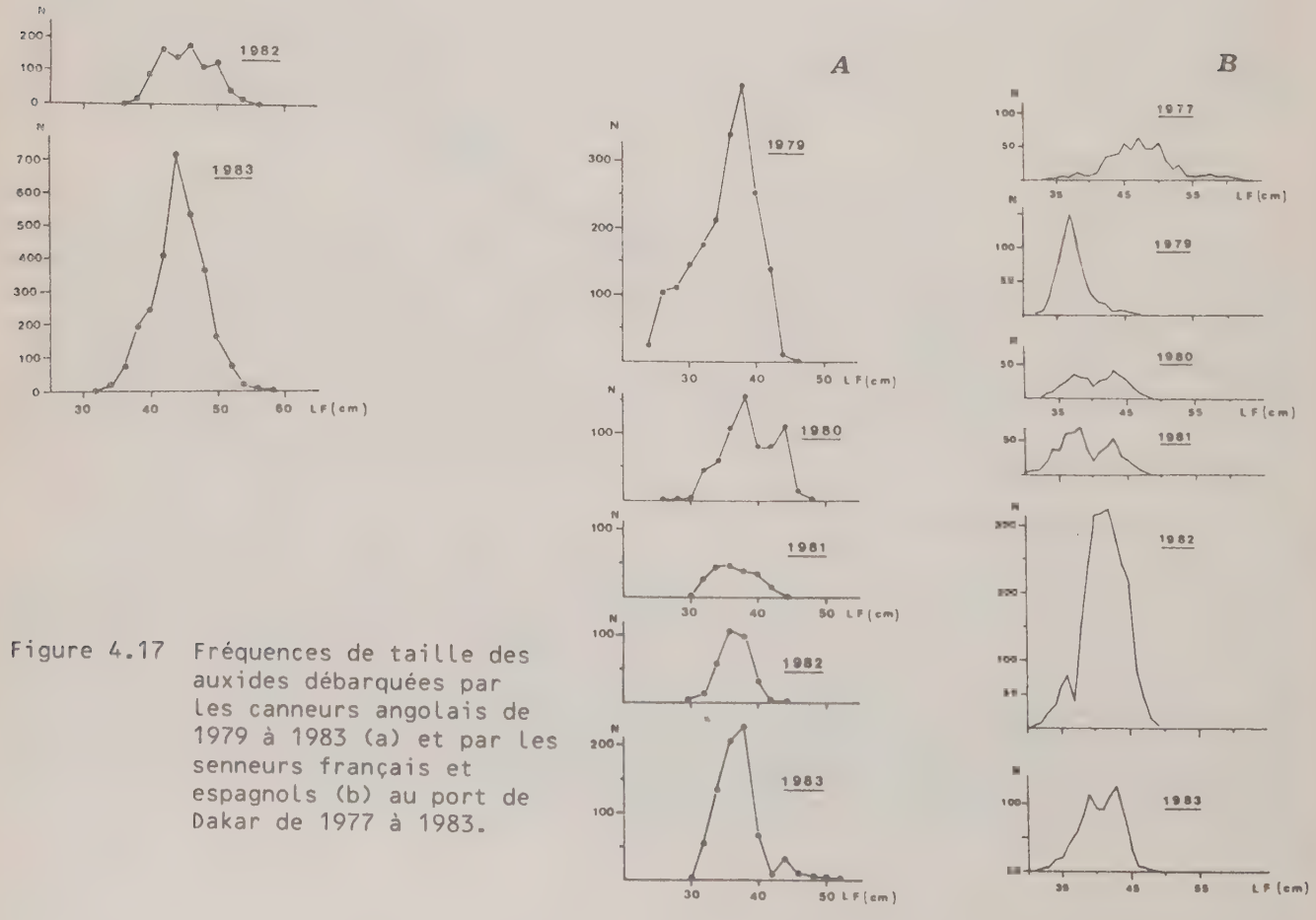


Figure 4.17 Fréquences de taille des auxides débarquées par les canneurs angolais de 1979 à 1983 (a) et par les senneurs français et espagnols (b) au port de Dakar de 1977 à 1983.

4.4.4. Saisons de pêche

Les petits thonidés et espèces voisines ne sont pas, en général, recherchés pour eux-mêmes. Ils sont pêchés en même temps que les thonidés majeurs dans les pêcheries industrielles ou avec d'autres espèces pélagiques cibles dans les pêcheries artisanales. Les variations spatio-temporelles apparentes des prises sont donc en fait biaisées par les variations de captures des espèces cibles. En outre, leur aire de répartition préférentielle est souvent différente de celle des principales espèces cibles. Il est donc difficile de définir avec précision les saisons de pêche de ces espèces à partir des seules données de captures. Globalement les petits thonidés sont pêchés dans les zones les plus côtières.

4.4.5. Effort de pêche

L'effort total appliqué aux petits thonidés est difficile à évaluer dans la mesure où l'interet des pêcheurs pour ces espèces est très variable. Une estimation de l'effort de la pêcherie sénégalaise de thonine a néanmoins été tentée par Diouf (1985). Un effort standard exprimé en nombre de sorties de pirogues de traîne (une sortie dure environ 3 heures) a été utilisé. L'effort, élevé de janvier à mai, avec une moyenne de 42000 sorties/mois, diminue à partir de juin et se stabilise autour de 10000 sorties/mois (figure 4.18). La tendance de cet effort traduit les variations d'abondance relative de la thonine dans la zone sénégalaise.

4.5. EXAMEN PAR PAYS DE L'EVOLUTION DES DIFFERENTES FLOTTILLES THONIERES EXPLOITANT LES THONIDES MAJEURS DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL EST

Le présent examen se limite pour des raisons évidentes, aux pêcheries de thonidés pour lesquelles on dispose d'un minimum d'informations. Ne seront donc pas prises en compte les prises des pays riverains qui capturent des thons, quand ces prises ne sont pas déclarées. On examinera pour chaque pêcherie l'évolution par engin de l'effectif des flottilles thonières en activité durant toute la période étudiée. On retiendra selon les flottilles, soit les chiffres officiels déclarés à l'ICCAT, soit quand ceux-ci apparaissent faux ou peu vraisemblables des estimations de sources variées. Les tendances des zones et saisons de pêche seront ensuite analysées par pays. Les espèces capturées par engin seront examinées ainsi que les tailles capturées. Enfin les rendements annuels bruts des divers engins en activité seront présentés pour les principales flottilles lorsque ces données sont disponibles. Ces rendements sont calculés en général en divisant la prise annuelle dans le secteur par l'effort de pêche correspondant (nombre de jours de pêche, nombre d'hameçons posés, etc...), et ne constituent donc pas, en général, un indicateur biologique de l'état des stocks, mais plutôt un indice à caractère économique. Les indices de rendements destinés à mesurer les tendances de l'abondance des stocks seront eux présentés au chapitre 8.

4.5.1. Angola

4.5.1.1. Généralités

Il s'agit d'une pêcherie thonière artisanale et saisonnière qui est parmi les plus anciennes de l'Atlantique Est, puisque les premiers chiffres la concernant datent de 1948 (Campos Rosado, 1971). Les statistiques de pêche publiées dans la littérature et celles soumises à l'ICCAT permettent de bien suivre la tendance des prises par espèces, des efforts de pêche et des tailles capturées dans la pêcherie de l'Angola.

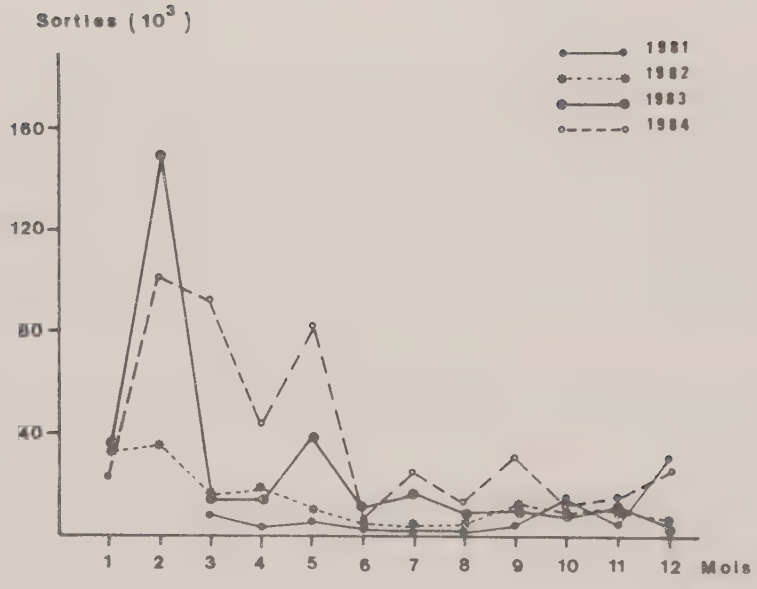


Figure 4.18

Evolution de l'effort de pêche "standardisé" dirigé sur les petits thonidés au large des côtes sénégalaises.

4.5.1.2. Bateaux et méthodes de pêche

Ceux-ci sont décrits par Vilela et Monteiro (1959), Costa (1961) puis Campos Rosado (1971). Costa et Gill (1965) citent des pêches expérimentales à la senne menées de 1964 à 1966 le long des côtes de l'Angola. Celles-ci n'ont pas conduit au développement de pêches commerciales à la senne. Seule la pêche à la canne est donc développée; les bateaux sont de petites unités pontées, d'une longueur moyenne de 12 mètres, et équipées d'un moteur d'une centaine de chevaux ; l'équipage est constitué de 10 à 12 hommes. La pêche se pratique à l'appât vivant ; celui-ci est capturé de nuit très près des côtes, puis conservé dans un réservoir posé sur le pont. Les bateaux restent en général une dizaine d'heures en mer et ne s'éloignent pas à plus de 40 milles de leur port.

4.5.1.3. Zones et saisons de pêche

Les zones de pêche étaient, d'après Campos Rosado (1971), principalement la zone de Benguela puis à un degré moindre celles de Moçamedes et de Lucira. La surface exploitée par cette flottille est estimée par cet auteur à 11 carrés de 1^{o}. Aucune information détaillée n'est disponible sur les zones de pêche récentes, si ce n'est sous la forme des statistiques remises à l'ICCAT depuis 1977 par mois et carrés de 5^{o}. L'examen de ces résultats indique une certaine stabilité des zones de pêche dans la période récente par rapport aux anciennes pêcheries.

4.5.1.4. Les espèces capturées

Les chiffres de captures publiés dans les différents bulletins statistiques de l'ICCAT permettent un bon suivi de la tendance des prises (tableaux 4.9 et 4.10). On notera que les prises de patudo sont en général confondues dans les statistiques avec celles d'albacore (Campos Rosado, 1971) et sont donc probablement très sous estimées (à un degré inconnu). Le fait saillant dans la composition spécifique est la raréfaction marquée des prises d'albacore durant la période 1950 à 1970 et son remplacement dans les captures par le listao. (Ce changement est unique dans l'Atlantique et n'a pas été semble-t-il observé dans la zone symétrique de l'Atlantique tropical nord-est).

4.5.1.5. Tailles capturées

Les albacores pêchés sont de petite taille: 35 à 70 cm; les listaos ont une taille comprise entre 35 cm et 52 cm; les patudos présentent généralement trois modes vers 40 cm, 60 cm et 90 cm. Il s'agit donc de thons de tailles petites, pour les trois espèces principales, si on les compare aux captures d'autres flottilles dans d'autres secteurs de la région (tableaux 4.24,4.25 et 4.26).

4.5.2. Canada

Quelques senneurs canadiens ont opéré dans le golfe de Guinée de 1968 à 1976. L'effectif de cette flottille apparait au tableau 4.2. On peut considérer que ces senneurs sont identiques à ceux de la flottille des USA et qu'ils opèrent strictement de la même manière que celle-ci. On ne reprendra donc pas ici l'examen détaillé de l'évolution de cette flottille, et on se reportera au bilan de la flottille de senneurs des USA (paragraphe 4.5.18).

Tableau 4.24 Poids moyens des albacores capturés par les principales flottilles opérant dans la zone de l'étude.
* Pêcherie mais données non disponibles
- Pas de pêcherie

ANNEE	CANNEURS				SENNEURS				PALANGRIERS TOUS PAYS
	F I S	ANGOLA	TEMA	CAP-VERT	F I S	U S A	ESPAGNE	JAPON	
1956	*	*		*	-	-	-	-	80.2
1957	*	*		*	-	-	-	-	69.2
1960	*	*		*	-	-	-	-	56.1
1961	*	*		*	-	*	-	-	*
1962	*	*	*	*	-	*	-	-	56.4
1963	*	*	*	*	*	-	*	-	53.4
1964	*	*	*	*	*	-	*	*	*
1965	9.7	*	*	*	28.7	-	*	*	51.1
1966	7.8	*	*	*	31.7	-	*	*	53.7
1967	15.5	*	*	*	33.8	-	*	*	54.9
1968	14.5	*	*	*	27.0	11.0	*	*	49.7
1969	11.0	*	*	*	21.1	22.7	*	40.9	40.9
1970	5.4	*	*	*	16.3	6.0	*	12.5	60.4
1971	6.1	*	*	*	13.4	14.1	*	13.2	54.8
1972	6.9	*	*	*	16.3	13.4	*	25.3	47.8
1973	8.2	*	*	*	20.8	17.4	*	30.6	45.6
1974	8.4	*	*	*	16.5	20.3	*	30.4	50.9
1975	12.2	2.9	3.2	*	20.0	13.6	*	26.0	51.8
1976	5.9	2.9	3.6	*	18.1	17.5	*	-	54.4
1977	9.0	3.0	4.8	*	19.3	7.8	*	-	46.6
1978	7.0	3.0	4.3	*	22.9	7.9	22.3	-	50.8
1979	6.1	2.8	3.5	*	26.1	19.3	22.4	-	45.6
1980	5.7	3.6	3.0	24.7	18.8	6.9	12.6	-	50.5
1981	7.0	3.2	2.2	17.5	20.6	11.4	8.9	-	46.8
1982	5.8	3.3	2.9	18.1	13.9	11.3	11.1	*	48.8
1983	8.1	-	-	-	15.9	-	*	*	*

Tableau 4.25 Poids moyens des listaos capturés par les principales flottilles opérant dans la zone de l'étude.
- Pas de pêcherie
* Pêcherie mais données non disponibles

ANNEE	CANNEURS				SENNEURS			
	FIS	CAP VERT	TEMA	ANGOLA	FIS	USA	ESPAGNE	JAPON
1972	2.80	*	*	*	3.10	2.00	*	*
1973	2.80	*	*	*	3.10	1.90	*	1.80
1974	2.80	*	*	*	2.30	1.90	*	2.20
1975	2.40	*	2.40	1.60	2.90	2.30	*	2.10
1976	2.00	*	1.90	1.60	2.10	2.20	*	-
1977	2.20	*	2.30	1.60	2.20	2.00	*	-
1978	2.30	*	2.00	1.70	2.50	2.00	2.70	-
1979	2.30	*	1.90	1.70	2.50	2.20	2.10	-
1980	2.30	2.80	1.90	1.60	2.40	3.00	2.20	
1981	2.40	2.30	1.80	1.80	2.40	1.90	2.80	
1982	2.70	2.90	2.10	1.90	2.20	1.90	2.10	*
1983	2.66	*	*	*	2.20	1.90	*	*

Tableau 4.26 Poids moyens des patudos capturés par les principales flottilles dans la zone de l'étude.

ANNEE	CANNEURS			SENNEURS			PALANGRIERS TOUS PAYS
	F I S	TEMA	CAP-VERT	FIS	U S A	ESPAGNE	
1970	-	-	-	-	-	-	55.1
1971	-	-	-	-	-	-	52.5
1972	-	-	-	-	-	-	48.4
1973	-	-	-	-	10.7	-	48.2
1974	-	-	-	-	-	-	51.6
1975	7.3	2.8	-	12.2	33.5	-	53.0
1976	8.6	2.3	-	4.3	13.9	-	56.8
1977	11.1	3.0	-	6.6	3.2	-	51.5
1978	9.6	2.6	-	9.7	10.1	10.2	53.1
1979	10.0	3.5	-	5.9	19.4	6.8	44.2
1980	10.4	2.8	38.1	4.5	4.6	4.0	46.6
1981	7.4	2.7	36.2	4.1	11.3	4.9	48.7
1982	9.4	3.6	38.6	5.2	11.1	5.3	46.6
1983	10.1	-	-	4.7	-	-	-

4.5.3. Iles du Cap-Vert

4.5.3.1. Généralités

Opèrent à partir des Iles du Cap-Vert plusieurs flottilles parmi les plus anciennes de l'Atlantique Est :

- une flottille de petites barques qui capturent principalement des gros albacores et des Acanthocybium avec des lignes à main.
- une flottille de petits canneurs glaciers à l'appât vivant.
- une flottille de canneurs congélateurs à caractère industriel qui travaille dans diverses zones de l'Atlantique tropical oriental en alternance avec la pêche dans la zone des Iles du Cap-Vert.

Les statistiques de pêche de ces diverses flottilles sont d'un niveau inégal et ne sont disponibles que depuis quelques années (tableaux 4.9, 4.10 et 4.13); elles ne permettent donc pas de reconstituer l'historique des pêcheries cap-verdiennes. Celles-ci sont toutefois probablement très anciennes, l'albacore ayant semble-t-il toujours été une des principales sources de protéines de la population, et ayant été mis en conserve artisanalement depuis de nombreuses décennies.

4.5.3.2. Bateaux et méthodes de pêche

On ne dispose pour les flottilles cap-verdiennes de statistiques fiables que dans la période récente, i.e. depuis 1980, mais ces pêcheries sont probablement très anciennes (Costa, 1960). On peut stratifier les flottilles thonières des Iles du Cap-Vert en trois types de pêche homogènes:

- les barques : ce sont des bateaux non pontés, basés sur des plages. Ces barques sont à voile, à rames ou à moteur hors bord. Elles mesurent de 4 à 5 mètres de long, et pratiquent des sorties journalières à proximité de leur plage d'attache. Ces bateaux capturent les thons, principalement de gros albacores et des Acanthocybium à l'aide de lignes à main profondes et de lignes de traîne. Il existe dans le dernier recensement (Hanek et al., 1984) 1173 barques, dont 394 sont motorisées. Ces barques pratiquent en alternance, et selon l'abondance relative des thons, soit la pêche d'espèces démersales, soit celle des thonidés. L'essentiel des captures est destiné au marché de la consommation locale, une fraction étant toutefois mise en conserve localement.
- les canneurs glaciers : il s'agit d'une trentaine de bateaux de 5 à 70 tonneaux de jauge brute qui pratiquent la pêche des thons à l'appât vivant. Ces bateaux font également des sorties d'une journée.
- les canneurs congélateurs : trois canneurs congélateurs appartenant à une société d'état opèrent dans les eaux Cap-verdiennes en alternance avec d'autres zones de l'Atlantique (Sao Thome, Angola) et de l'océan Indien (Mozambique). Ces canneurs pratiquent en général des sorties de quelques jours après avoir capturé l'appât vivant à proximité des îles.

4.5.3.3. Zones et saisons de pêche

Les statistiques ne sont pas disponibles par carré de 1° côté. Toutefois on sait que la pêche des thonidés a lieu en général dans la zone située à proximité immédiate des îles et des hauts fonds avoisinants, dite zone archipélagique. Les espèces exploitées étant en général des thonidés à affinités écologiques tropicales, les captures ont lieu principalement durant la saison chaude, i.e. de juin à novembre, les thonidés étant toutefois capturés durant toute l'année.

4.5.3.4. Espèces capturées

Chacune des trois flottilles cap-verdiennes, les barques, canneurs glaciers et canneurs congélateurs, exerce son effort de pêche sur des espèces et sur des tailles différentes :

- la flottille des barques capture en moyenne (période 1981- 1983, M.H. Vieira com. pers.), 65 % d'albacore et 33 % d'Acanthocybium.
- la flottille de canneurs glaciers capture elle en moyenne (période 1981-1983) 45 % d'albacore, 50 % de listao et 5 % de patudo. Il n'existe pas de statisques antérieures à 1980 permettant de déceler une éventuelle variation de cette composition spécifique, bien que ces deux flottilles soient anciennes.
- la flottille de canneurs congélateurs dont les prises se caractérisent par une forte dominance du listao, en moyenne 87 %, et par la capture d'un petit pourcentage d'albacores (en moyenne 12 %, période 1981-1983).

4.5.3.5. Tailles capturées

Les prises de thons par les flottilles cap-verdiennes ont fait l'objet d'un échantillonnage intensif depuis 1980. Ces échantillonnages révèlent les caractéristiques suivantes. Les albacores capturés par les barques sont en général de grande taille, entre 60 cm et 160 cm, avec une longueur moyenne d'environ 120 cm (M.H. Vieira com. pers.). Ces tailles sont comparables, bien que légèrement inférieures, à celles des palangriers opérant dans le secteur. Ces tailles analogues sont dues probablement au fait que les barques pêchent en général les thons à des profondeurs très comparables à celles où opèrent les palangres traditionnelles (les lignes ont une longueur variant de 150 à 450 mètres). Les albacores et les patudos capturés par les canneurs glaciers sont dans la même gamme de taille que ceux capturés par les barques; on note toutefois que les gros poissons (par exemple plus de 80 cm) sont rares et que la taille dominante dans la prise est entre 50 et 70 cm. Les listaos sont en général de tailles "moyennes", comprises entre 40 et 55 cm de longueur à la fourche.

4.5.4. Taïwan, (Province de Chine)

4.5.4.1. Généralités

La flottille de Taïwan, est composée exclusivement de palangriers; elle a opéré dans l'Atlantique à partir de 1962. Les statistiques de pêche de cette flottille ne sont disponibles qu'à partir de 1969. Durant la période initiale de la pêcherie (1962 à 1968), on a considéré que ces palangriers opéraient de façon similaire à ceux du Japon, pays dont les statistiques sont elles excellentes. Cette flottille opérant dans tout l'Atlantique, une partie importante et croissante des prises provient de secteurs de pêche non situés dans la zone de l'étude.

4.5.4.2. Bateaux et méthodes de pêche

La flottille de Taïwan est exclusivement composée de palangriers. On connait, d'après les statistiques soumises à l'ICCAT, (tableau 4.27) le nombre total de palangriers de Taïwan en opération dans l'Atlantique (seule une fraction variable de cette flottille exerce son effort de pêche dans la zone de l'étude).

4.5.4.3. Zones et saisons de pêche

Les palangriers de Tawan semblent, durant la période 1962- 1970, avoir largement opéré dans la zone de l'étude (figure 4.19). Ainsi en 1969 et 1970, 39 % et 32 % de l'effort des palangriers s'est exercé dans cette zone . Durant la période récente, les zones de pêche se sont progressivement décentrées vers le nord et vers le sud, par suite d'un changement d'espèce cible de l'albacore vers le germon. Ainsi, durant la période récente, seule une fraction mineure de l'effort de pêche (13 % de 1972 à 1982) s'exerce dans la zone d'étude , principalement dans ses franges nord et sud, (contrairement aux palangriers cubains et coréens qui exploitent principalement la zone centrale).

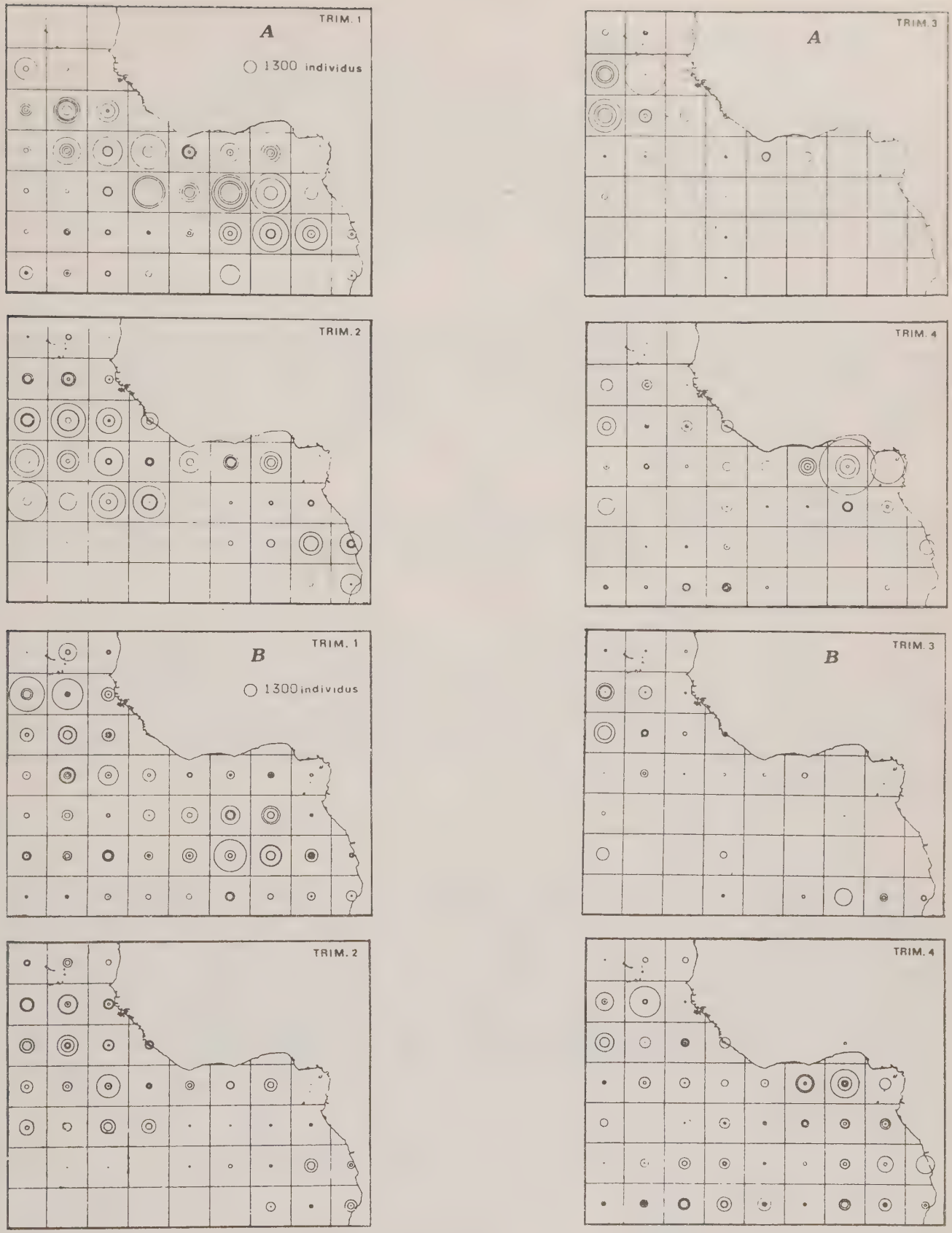


Figure 4.19 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de patudo (b) par la flottille palangrière de Taïwan, en nombre d'individus par carré de 5^{o}, durant la période 1969 à 1972. Chaque cercle représente la prise durant chaque trimestre une année (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 5^{o}).

4.5.4.4. Espèces capturées

Les meilleures estimations des prises par espèce de la flottille palangrière de Taïwan, dans la zone sont données aux tableaux 4.7 et 4.12. On y constate une composition spécifique assez caractéristique des prises palangrières dans la zone, avec toutefois une proportion d'albacore plus faible que pour d'autres flottilles. On note de 1975 à 1982 et pour toutes les espèces, une forte diminution du volume des prises liée d'une part à la baisse d'abondance des stocks exploités à la palangre, et de l'autre, à la réduction de l'effort de pêche dans la zone.

4.5.4.5. Tailles capturées

Les tailles capturées par la flottille de Taïwan sont connues et publiées à partir de 1975 grâce à un réseau d'échantillonnage mis en place par l'ICCAT. Les poissons capturés sont toujours de grande taille, typique des palangriers. On se référera donc à la figure 4.20 qui représente les tailles des captures d'albacore et de patudo des palangriers dans le secteur.

4.5.4.6. Rendements

Les rendements de la flottille palangrière de Taïwan sont connus depuis 1969 ; ils ne seront pas analysés du fait que l'essentiel de l'effort de pêche de cette flottille s'exerce hors de la zone d'étude.

4.5.5. Congo

Le Congo a eu trois grands senneurs de 1978 à 1980. Bien qu'aucun rapport détaillé n'ait été remis à l'ICCAT sur les activités de ces bateaux, on sait de diverses sources que ceux-ci n'ont eu qu'une activité très réduite et n'ont réalisé que des prises très faibles, dépassant le millier de tonnes seulement en 1981. Les activités de cette flottille peuvent être assimilées à celles de la flottille française pour les zones de pêche et les espèces capturées.

4.5.6. Côte d'Ivoire

La flottille thonière ivoirienne est une flottille de senneurs qui s'est développée à partir de 1970 (tableau 4.2). Les statistiques de pêche de cette flottille sont régulièrement remises à l'ICCAT sous le sigle FIS désormais classique qui réunit la France, la Côte d'Ivoire, le Sénégal. Cette entité statistique a été créée afin d'éviter les doubles déclarations statistiques de thoniers débarquant dans des pays étrangers. Les analyses des scientifiques ont montré que cette entité FIS présentait une bonne homogénéité en ce qui concerne les caractéristiques des bateaux, les zones de pêche, les espèces cibles, et les tailles des thons capturés. On se référera donc au paragraphe 4.5.8. pour une description plus complète des activités de la flottille ivoirienne qui sont présentées au sein de la flottille FIS.

4.5.7. Cuba

4.5.7.1. Généralités

La flottille thonière cubaine opérant dans la zone d'étude est composée presque exclusivement de palangriers qui ont commencé à exploiter le secteur à partir de 1965. On dispose de statistiques de pêche

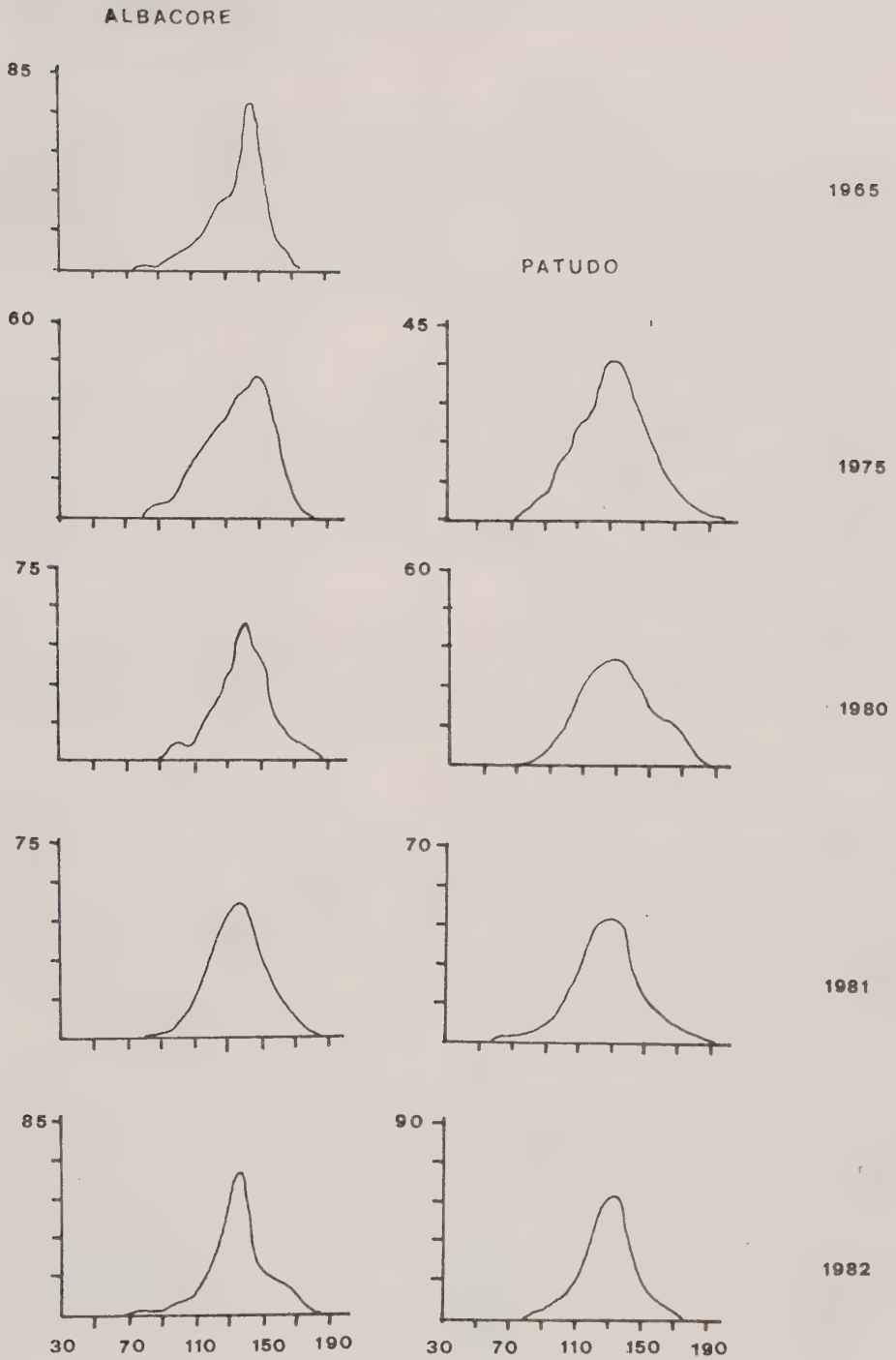


Figure 4.20 Exemple de fréquences de taille d'albacores et de patudos capturés dans le secteur par les palangriers (1965: Japon, autres années: Corée).

satisfaisantes pour cette flottille depuis 1973. Pour la période 1965 à 1972, seules des estimations de la prise totale sont disponibles.

4.5.7.2. Bateaux et méthodes

Les palangriers cubains sont de type classique. L'effectif de la flottille par année de pêche et catégorie de jauge est donnée au tableau 4.28. Une partie importante de cette flottille exerce son activité dans le golfe de Guinée comme le montre la proportion de l'effort de pêche exercé dans le secteur (tableau 4.28) : ainsi 78 % de l'effort des palangriers cubains a été exercé dans legolfe de Guinée de 1973 à 1982. Il existe un senneur cubain en activité dans la zone depuis 1973.

4.5.7.3. Zones et saisons de pêche

La flottille palangrière de Cuba exerce son effort de pêche dans les strates de concentrations des thonidés tropicaux profonds, principalement sur l'albacore. Les palangriers cubains sont présents toute l'année dans le secteur et modifient leurs zones de pêche suivant un cycle saisonnier présenté figure 4.21. Le senneur cubain exploite aussi l'Atlantique Est, mais on ne dispose pas de statistique détaillée pour ce bateau.

4.5.7.4. Espèces capturées

Les prises par espèce de la flottille de Cuba dans le secteur sont données aux tableaux 4.7 et 4.12. L'albacore, l'espèce dominante, représente environ 50 % des prises des palangriers cubains durant la période récente.

4.5.7.5. Tailles capturées

Les flottilles cubaines n'ont pratiquement jamais fait l'objet d'un échantillonnage suivi. Très vraisemblablement, du fait de la relative homogénéité des prises à la palangre, les tailles capturées sont identiques à celles de la Corée et du Japon exploitant les mêmes strates spatio-temporelles (paragraphes 4.5.10 et 4.5.11), i.e. en général des poissons de grande taille (figure 4.20).

4.5.7.6. Rendements

Les tableaux 4.29 et 4.30 et les figures 4.28 et 4.30 donnent les rendements en albacore et patudo des palangriers cubains dans le secteur de l'étude depuis 1975. On constate pour l'albacore des rendements élevés (0.42 tonnes pour 1000 hameçons, période 1975-1980) comparés à ceux des autres flottilles palangrières. Les rendements en patudo sont par contre faibles (0.20 tonnes par 1000 hameçons) et en baisse durant les années récentes. Ceci est très probablement lié à la stratégie de pêche des palangriers cubains qui concentrent leur effort de pêche dans les strates de forte densité en albacore, contrairement aux flottilles japonaises et coréennes qui s'orientent totalement ou partiellement vers les strates à forte densité de patudo.

4.5.8. France

4.5.8.1. Généralités

La France est historiquement le premier pays, peu avant le Japon et l'Espagne, à avoir pratiqué une exploitation industrielle des thonidés tropicaux dans le golfe de Guinée. Les premiers thoniers français explorent la zone nord en 1952; plus de 40 canneurs français sont déjà basés à Dakar en 1956. Cette activité se développera, avec divers changements d'engins et des extensions de la zone de pêche jusqu'en 1983.

Tableau 4.27 Nombre de palangriers de Taïwan (Province de Chine) en opération dans l'Atlantique et pourcentage de l'effort exercé dans la zone de l'étude.

ANNEE	JAUGE			TOTAL	EFFORT DANS LA ZONE
	51-200 TX	201-500TX	+500 TX		
1966	0	0	0	0	
1967	5	5	2	12	?
1968	31	49	1	81	?
1969	26	88	5	119	39
1970	17	104	4	125	32
1971	9	95	4	108	40
1972	15	126	3	144	25
1973	23	141	2	166	15
1974	25	191	2	218	13
1975	20	141	4	165	16
1976	41	187	2	230	8
1977	45	186	3	234	13
1978	45	181	1	227	10
1979	35	158	1	194	7
1980	21	146	1	168	12
1981	29	161	0	190	15
1982	40	173	0	213	9
1983	13	86	0	99	-

Tableau 4.28 Nombre de palangriers de Cuba en opération dans l'Atlantique et pourcentage de l'effort dans la zone de l'étude.

ANNEE	JAUGE (TX)			TOTAL	% EFFORT DANS LA ZONE
	51-200	201-500	+501		
1965	0	4	0	4	?
1966	0	4	5	9	?
1967	0	4	14	18	?
1968	0	4	15	19	?
1969	0	1	10	11	?
1970	0	1	13	14	?
1971	0	1	18	19	?
1972	0	3	22	25	?
1973	0	0	23	23	100
1974	0	0	23	23	?
1975	0	0	23	23	77
1976	0	0	23	23	64
1977	0	4	20	24	74
1978	0	4	20	24	77
1979	0	4	20	24	96
1980	0	3	19	22	90
1981	2	3	18	23	64
1982	2	3	18	23	62
1983	9	0	18	27	-

Tableau 4.29 Rendements en albacores de diverses flottilles dans la zone de l'étude.
- Pas d'effort de pêche
* effort mais pas de statistiques
(1) pue en tonnes par jour de pêche non standardisé
(2) pue en tonnes par jour de pêche standardisé classe 3 FIS
(3) pue en tonnes par jour de pêche standardisé classe 5 FIS
(4) pue en tonnes par jour de pêche standardisé classe 6 Espagne

ANNEE	CANNEURS		SENNEURS					PALANGRIERS		
	FIS (1)	TEMA (1)	MOYEN FIS(2)	GRAND FIS(3)	ESPAGNE(4)	JAPON (1)	U S A (1)	COREE (1)	CUBA (1)	JAPON (1)
1955	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	*	-	-	-	-	-	-	-	-	5.588
1958	*	-	-	-	-	-	-	-	-	6.853
1959	*	-	-	-	-	-	-	-	-	5.325
1960	*	-	-	-	-	-	-	-	-	4.385
1961	*	-	-	-	-	-	-	-	-	2.613
1962	*	*	-	-	-	-	-	-	-	1.670
1963	*	*	*	-	*	-	-	-	-	1.280
1964	*	*	*	-	*	11.09	-	-	-	0.904
1965	*	*	*	-	*	2.85	-	*	*	0.786
1966	*	*	*	-	*	10.30	-	*	*	0.607
1967	*	*	*	-	*	5.50	7.8	*	*	1.116
1968	*	*	*	-	*	4.63	23.3	*	*	0.823
1969	1.52	1.00	3.78	7.50	*	4.99	10.9	*	*	0.417
1970	1.06	1.00	2.35	4.72	*	1.82	4.0	*	*	0.351
1971	1.20	1.50	2.39	3.25	*	2.68	2.7	*	*	0.148
1972	1.43	1.30	2.82	5.10	*	2.97	3.3	*	*	0.114
1973	1.20	1.34	2.48	5.61	*	3.68	2.2	*	0.021	0.107
1974	1.39	1.75	2.47	4.73	*	3.69	2.8	0.381	*	0.115
1975	.88	1.12	2.24	5.47	*	3.91	5.6	0.287	0.300	0.114
1976	1.28	1.48	2.01	5.34	*	-	5.2	0.259	0.440	0.077
1977	1.25	0.83	2.08	5.77	*	-	4.4	0.312	0.537	0.010
1978	1.01	0.45	1.62	5.81	3.50	-	3.2	0.247	0.454	0.030
1979	.85	0.86	1.65	4.94	4.49	-	3.9	0.195	0.213	0.017
1980	.99	0.57	3.86	3.94	3.69	-	2.2	0.292	0.570	0.054
1981	1.20	0.93	1.93	3.37	5.08	-	2.6	0.210	1.353	0.055
1982	1.18	1.21	1.84	2.87	4.80		-	0.189	0.362	0.064
1983	1.01	1.04	2.01	2.90	3.58	*	-			

Tableau 4.30

Rendements en patudos de diverses flottilles dans la zone de l'étude.

ANNEE	CANNEURS		SENNEURS					PALANGRIERS		
	F I S (1)	TEMA (1)	MOYEN FIS (2)	GRAND FIS (3)	ESPAGNE (4)	JAPON (1)	U S A (1)	COREE (1)	CUBA (1)	JAPON (1)
1957	*	-	-	-	-	-	-	-	-	.13
1958	*	-	-	-	-	-	-	-	-	.13
1959	*	-	-	-	-	-	-	-	-	.16
1960	*	-	-	-	-	-	-	-	-	.20
1961	*	-	-	-	-	-	-	-	-	.54
1962	*	*	-	-	-	-	-	-	-	.62
1963	*	*	*	-	*	-	-	-	-	.41
1964	*	*	*	-	*	00	-	-	-	.34
1965	*	*	*	-	*	00	-	*	*	.42
1966	*	*	*	-	*	00	-	*	*	.33
1967	*	*	*	-	*	.09	.00	*	*	.38
1968	*	*	*	-	*	.26	.00	*	*	.52
1969	.18	.27	.04	.00	*	.14	.08	*	*	.65
1970	.13	.22	.12	.09	*	.13	.09	*	*	.49
1971	.10	.31	.07	.13	*	.29	.34	*	*	.64
1972	.11	.34	.07	.11	*	.32	.06	*	*	.67
1973	.20	.36	.25	.19	*	.04	.09	*	.01	.77
1974	.13	.16	.11	.24	*	.49	.40	.24	*	.78
1975	.35	.30	.09	.08	*	00	.02	.24	.23	.64
1976	.40	.26	.05	.07	*	-	.08	.14	.19	.61
1977	.92	.32	.16	.24	*	-	.28	.15	.19	.98
1978	1.28	.18	.13	.14	.32	-	.11	.22	.35	.69
1979	.76	.16	.14	.14	.29	-	.34	.36	.13	.54
1980	1.06	.32	.01	.09	.42	-	.52	.29	.12	.55
1981	.91	.40	.09	.05	.73	-	.28	.35	.19	.49
1982	.71	.22	.06	.11	.67	*	-	.25	.06	.48
1983	.76	.06	.42	.43	.52	*	-	*	*	*

- pas de flottille
* rendement inconnu

Tableau 4.31

Rendements en listao de diverses flottilles dans la zone de l'étude.

ANNEE	CANNEURS		SENNEURS				
	F I S (1)	TEMA (1)	MOYEN FIS (2)	GRAND FIS (3)	ESPAGNE (4)	JAPON (1)	U S A (1)
1960	*	-	-	-	-	-	-
1961	*	-	-	-	-	-	-
1962	*	*	-	-	-	-	-
1963	*	*	-	-	*	-	-
1964	*	*	*	-	*	0.73	-
1965	*	*	*	-	*	4.53	-
1966	*	*	*	-	*	3.10	-
1967	*	*	*	-	*	2.29	3.8
1968	*	*	*	-	*	3.88	12.0
1969	0.40	4.97	0.84	0.35	*	0.58	2.4
1970	0.60	7.56	1.31	1.98	*	4.86	5.1
1971	0.93	7.11	1.73	2.51	*	7.46	10.0
1972	0.73	3.57	1.73	2.95	*	3.55	3.7
1973	0.71	2.57	0.92	1.34	*	3.68	17.0
1974	1.00	4.03	1.95	3.22	*	3.87	8.7
1975	0.56	2.43	1.07	1.02	*	3.86	2.7
1976	0.76	4.12	0.83	1.65	*	-	5.1
1977	0.99	4.38	2.32	3.41	*	-	3.8
1978	1.20	3.69	2.03	2.34	2.96	-	2.4
1979	1.32	4.50	1.84	1.66	2.08	-	2.2
1980	1.40	4.05	2.61	1.88	2.31	-	3.9
1981	1.08	4.70	3.40	2.00	3.08	-	5.0
1982	1.73	4.48	2.73	2.24	3.09	*	-
1983	0.99	4.76	2.39	1.91	2.24	*	-

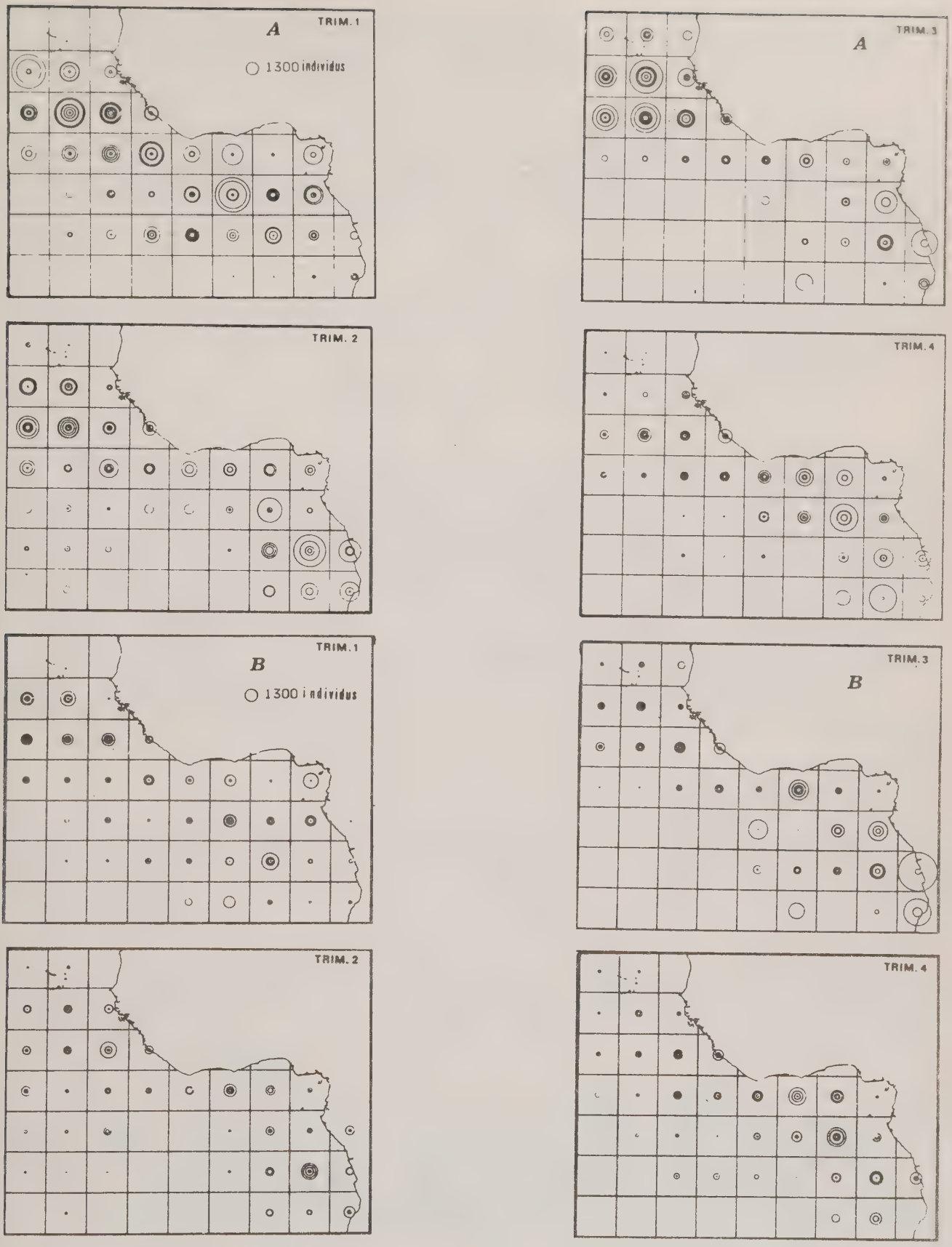


Figure 4.21 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de patudo (b) par la flottille palangrière de Cuba de 1975 à 1982, par carré de 5º, en nombre d'individus. (Les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 5º).

Sur le plan statistique, les captures de la France sont confondues avec celles de la Côte d'Ivoire et du Sénégal du fait de l'homogénéité de ces trois flottilles. Ce groupement statistique, proposé par les scientifiques et accepté par l'ICCAT, avait pour origine de supprimer les doubles déclarations des prises par le pays du pavillon et par le pays de débarquement, qui étaient fréquentes avant la création de l'entité FIS. Ces doubles déclarations demeurent présentes dans les statistiques de la FAO dont les déclarations nationales sont en général sensiblement supérieures à celles de l'ICCAT pour les mêmes flottilles. La flottille FIS a toujours depuis son origine fait l'objet d'un excellent suivi statistique quant à l'effort de pêche déployé, les captures par espèce et les tailles capturées.

4.5.8.2. Bateaux et méthodes de pêche

La flottille française est traditionnellement stratifiée en 4 groupes:
- les canneurs glaciers,
- les canneurs congélateurs,
- les petits senneurs de moins de 300 tonnes de capacité,
- les grands senneurs de plus de 300 tonnes.

L'évolution du nombre de navires dans chacun de ces groupes est donnée par pays aux tableaux 4.4 et 4.5. Chacun de ces groupes est hétérogène, en particulier celui des grands senneurs; il ont donc été divisés par catégorie de taille. La capacité de transport est un critère aisé à retenir et qui traduit bien la taille et les performances des thoniers. Le tableau 4.32 donne donc les effectifs annuels des thoniers de la flottille FIS, par catégorie de capacité de transport. Les méthodes de pêche employées par ces divers engins sont décrites au paragraphe 4.2.

4.5.8.3. Zones et saisons de pêche

Les zones et saisons de pêche de la flottille FIS ont beaucoup changé selon les périodes. On peut, pour faciliter la compréhension de cette évolution, distinguer quatre périodes caractéristiques de l'évolution de la pêcherie :

1) Période 1953-1960 :

Phase initiale d'exploitation de la zone nord (région de Dakar), essentiellement par des canneurs glaciers basés à Dakar. La pêche n'a lieu que pendant les mois d'hiver (novembre à mai) en alternance avec la pêche au germon dans le golfe de Gascogne ;

2) Période 1961-1968 :

Développement important de la flottille de petits canneurs et de petits senneurs congélateurs (moins de 200 tonnes de capacité) qui exploitent rapidement toute la zone côtière entre la Mauritanie et l'Angola (l'équateur est franchi dès 1962), dans une zone de pêche comparable à celle exploitée jusqu'à 1974 (figure 4.10.a). Les premiers essais de pêche à la senne ont lieu dès 1962 (senneur DANGUY). Les pêches commerciales à la senne se développent rapidement à partir de 1964 grâce à des thoniers spécialement construits à cet effet. Ces flottilles sont alors basées dans les ports de Dakar, Abidjan et Pointe Noire. Les prises sont commercialisées par la société SOVETCO (Société de Vente du Thon Congelé) qui assure un suivi statistique complet de toutes les captures des thoniers congélateurs. La pêche demeure saisonnière, avec une activité réduite de juin à septembre, mais les bateaux tendent à pêcher toute l'année.

3) période 1969-1974 :

Développement rapide de la flottille de grands senneurs et diminution du nombre des canneurs congélateurs et des petits senneurs. La zone de

pêche des senneurs demeure côtière (figures 4.22 et 4.23). Comme durant la période précédente, la pêcherie se caractérise par l'existence de saisons de pêche géographiquement et temporellement bien localisées; cap des Trois Pointes en août et septembre, cap Lopez en juin et juillet, etc.....

4) Période 1975-1983 :

On assiste à la disparition quasi complète des canneurs congélateurs et des petits senneurs FIS, alors que les grands senneurs dont l'effort s'accroit, étendent vers le large leur zone de pêche (figure 4.25). Les canneurs n'exploitent plus que la zone nord entre la Mauritanie et la Guinée de mai à novembre (figure 4.24). La principale nouvelle saison de pêche est celle qui voit les grands senneurs FIS exploiter les gros albacores dans la zone équatoriale durant le premier trimestre de chaque année. On note par ailleurs que la flottille FIS semble rechercher de plus en plus le listao, surtout à partir de l'année 1981 (Fonteneau, 1986). Ce changement de stratégie de pêche est apparent saisonnièrement quand la flottille FIS exploite au dernier trimestre la zone située au nord de l'équateur et au large du Libéria (figure 4.25.b).

4.5.8.4. Espèces capturées

L'évolution des prises annuelles FIS par espèce et par engin est donnée aux tableaux 4.8 à 4.14. La composition spécifique retenue est celle résultant, non pas des livres de bord, mais des estimations faites par les scientifiques (CICTA, 1984). Les chiffres de la série historique (1953-1968) diffèrent légèrement de ceux publiés par l'ICCAT ; les présents chiffres résultent de corrections récentes faites sur les fichiers statistiques FIS. On note que durant la période "historique", 1953-1968, l'albacore était presque la seule espèce capturée par la flottille FIS. Durant la période 1969 à 1980, le listao est devenu progressivement de plus en plus important dans les prises. Depuis 1981, on peut considérer que le listao est véritablement une espèce cible pour la flottille FIS au même titre que l'albacore.

4.5.8.5. Tailles capturées

Les tableaux 4.24 à 4.26 donnent l'évolution des poids moyens des albacores, listaos et patudos capturés par les canneurs et les senneurs de la flottille FIS de 1965 à 1983. Les listaos et les patudos ont des tailles relativement stables durant toute la pêcherie. Les albacores sont par contre de petite taille dans la pêcherie historique (1953-1968). Les captures de gros albacores (+ 30 kg) se développent beaucoup à partir de 1969, et surtout de 1975, principalement à la suite de l'expansion des zones de pêche dans le secteur de l'équateur où ces gros albacores sont fréquents. Les captures de petits albacores (par exemple moins de 5 kg) s'accroissent aussi dans les captures des senneurs FIS d'où une certaine stabilité des poids moyens, en dépit des captures croissantes de gros albacores. Les figures 4.26 et 4.27 donnent quelques exemples de fréquences de tailles caractéristiques des senneurs et des canneurs FIS.

4.5.8.6. Rendements

Les rendements de la flottille FIS ont été présentés à l'ICCAT à partir de 1969; ces résultats sont donnés aux tableaux 4.29 à 4.31 et aux figures 4.28, 4.29 et 4.30. Les rendements de la période 1955 à 1968 ont été publiés par divers auteurs dans des publications des centres de Dakar, Abidjan et Pointe Noire auxquelles on pourra se référer (Champagnat, 1968; Champagnat et Lhomme, 1970; Baudin Laurencin et al., 1970; Le Guen et al., 1968; Marcille et al., 1969). Ces données sur les rendements sont difficiles à interpréter car elles sont basées sur les statistiques des ports de débarquements; en outre les efforts de pêche ne sont pas standardisés.

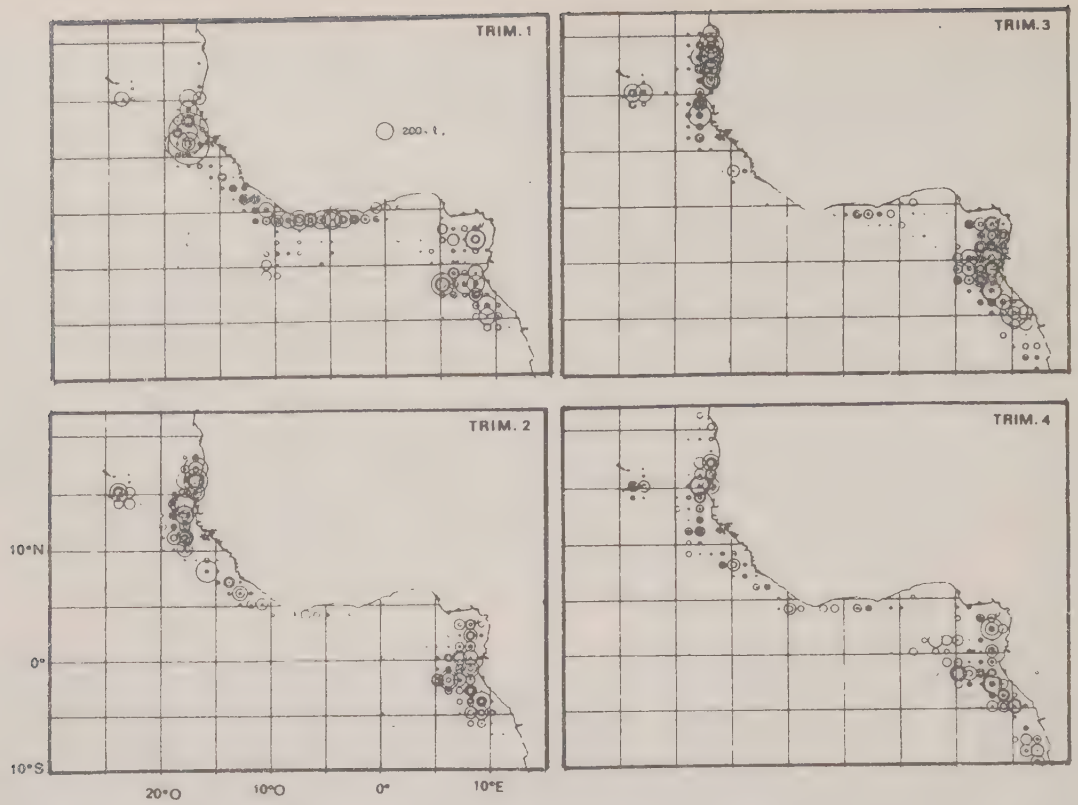


Figure 4.22 Capturestrimestrielles d'albacores par les canneurs FIS, par carrés de 1°; moyenne de la période 1969 à 1974, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1°).

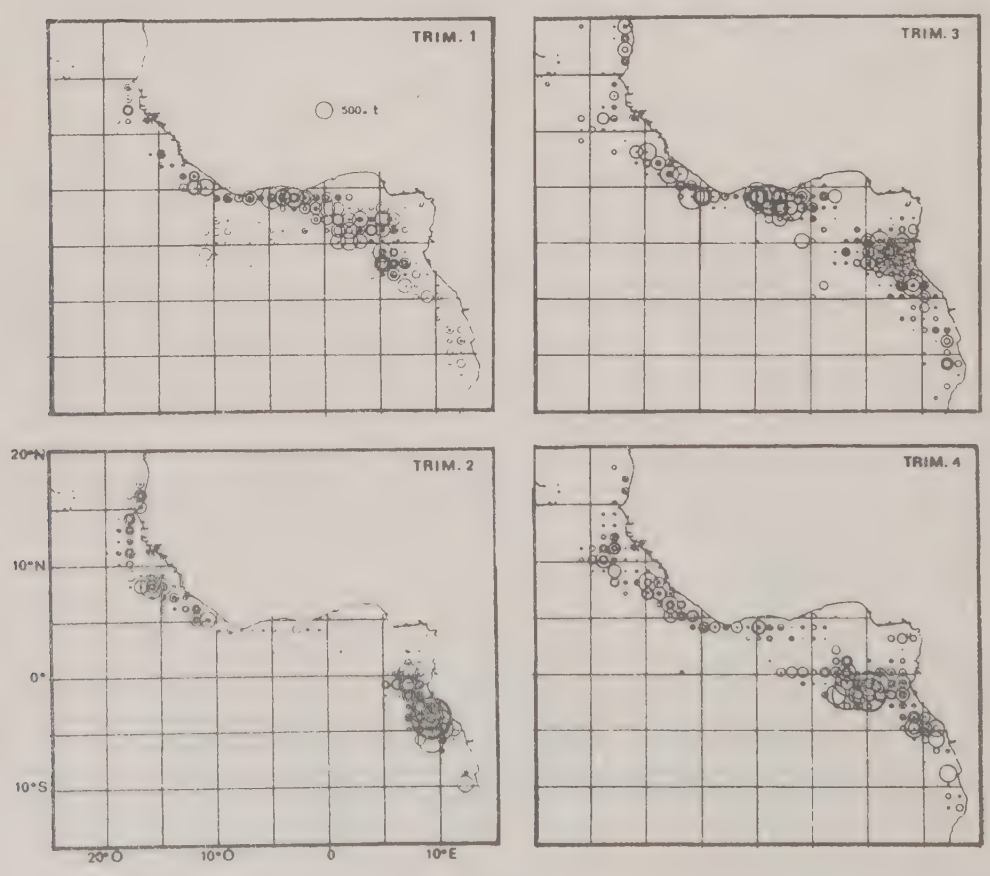


Figure 4.23 Captures trimestrielles d'albacores par les senneurs FIS, par carrés de 1°; moyenne de la période 1969 à 1974, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1°).

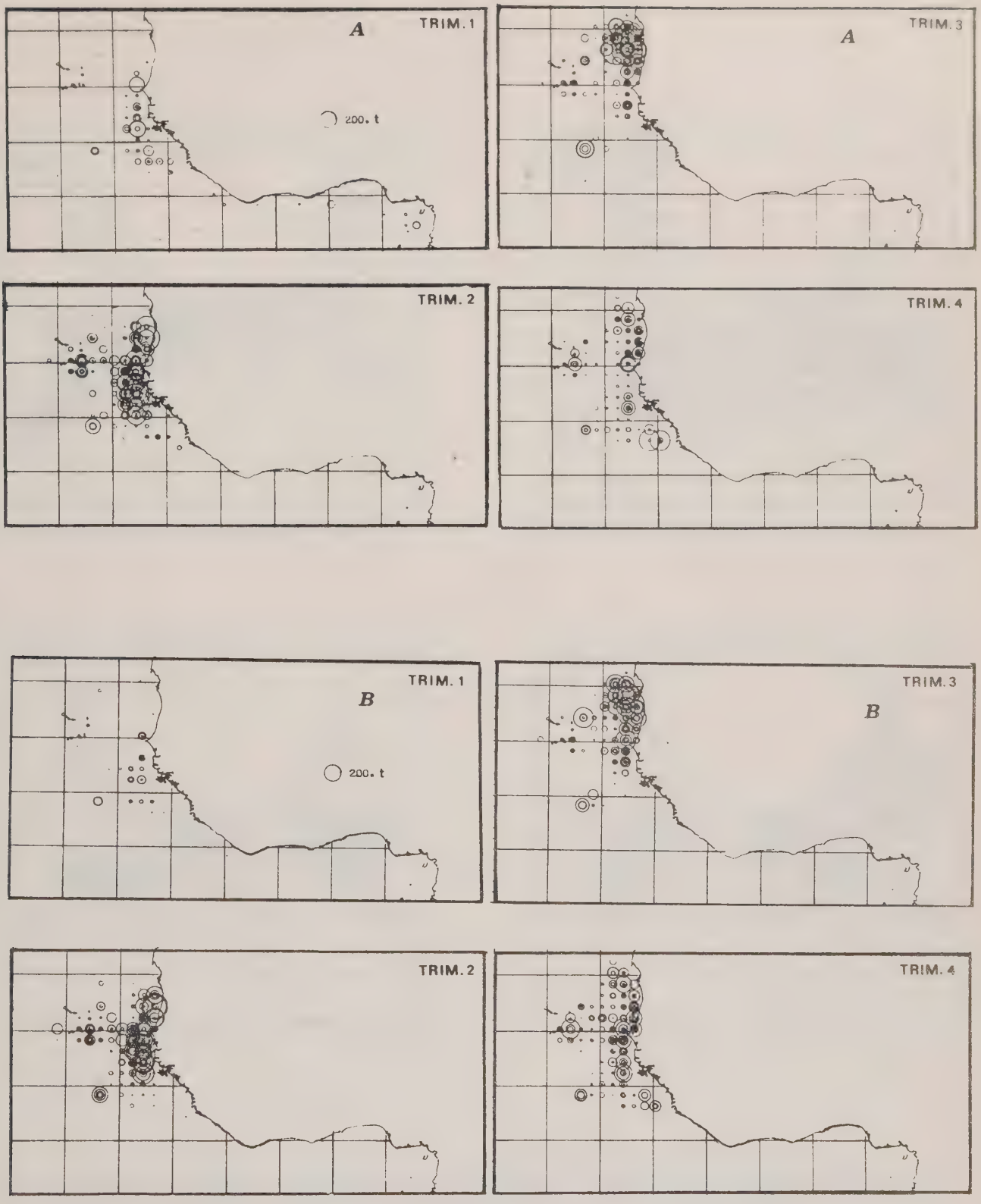


Figure 4.24 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de listao (b) par les canneurs FIS, par carrés de 1°; période 1975 à 1983, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1°).

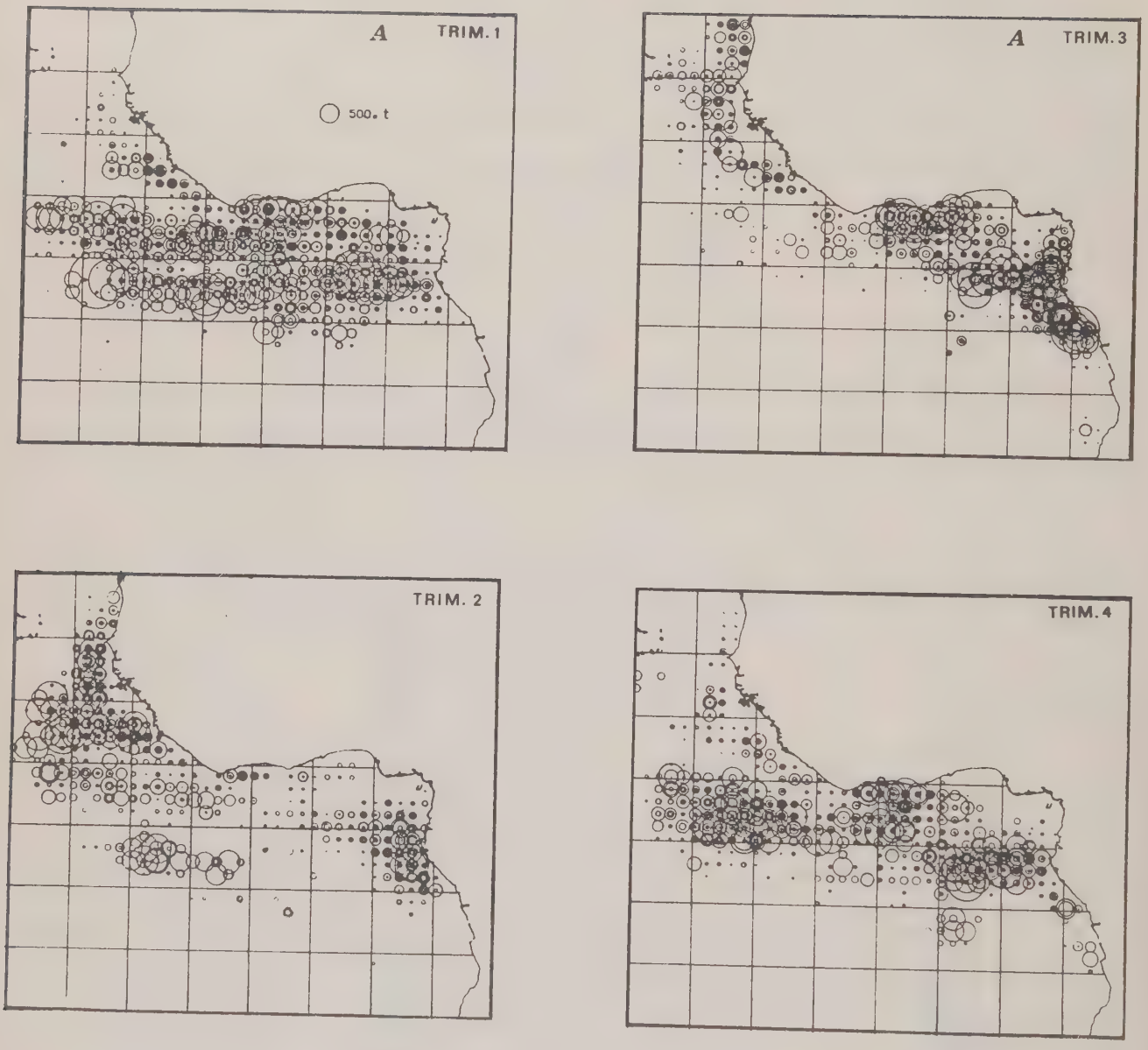


Figure 4.25.a Captures trimestrielles d'albacore par les senneurs FIS, par carrés de 1^{o}; période 1975 à 1983, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

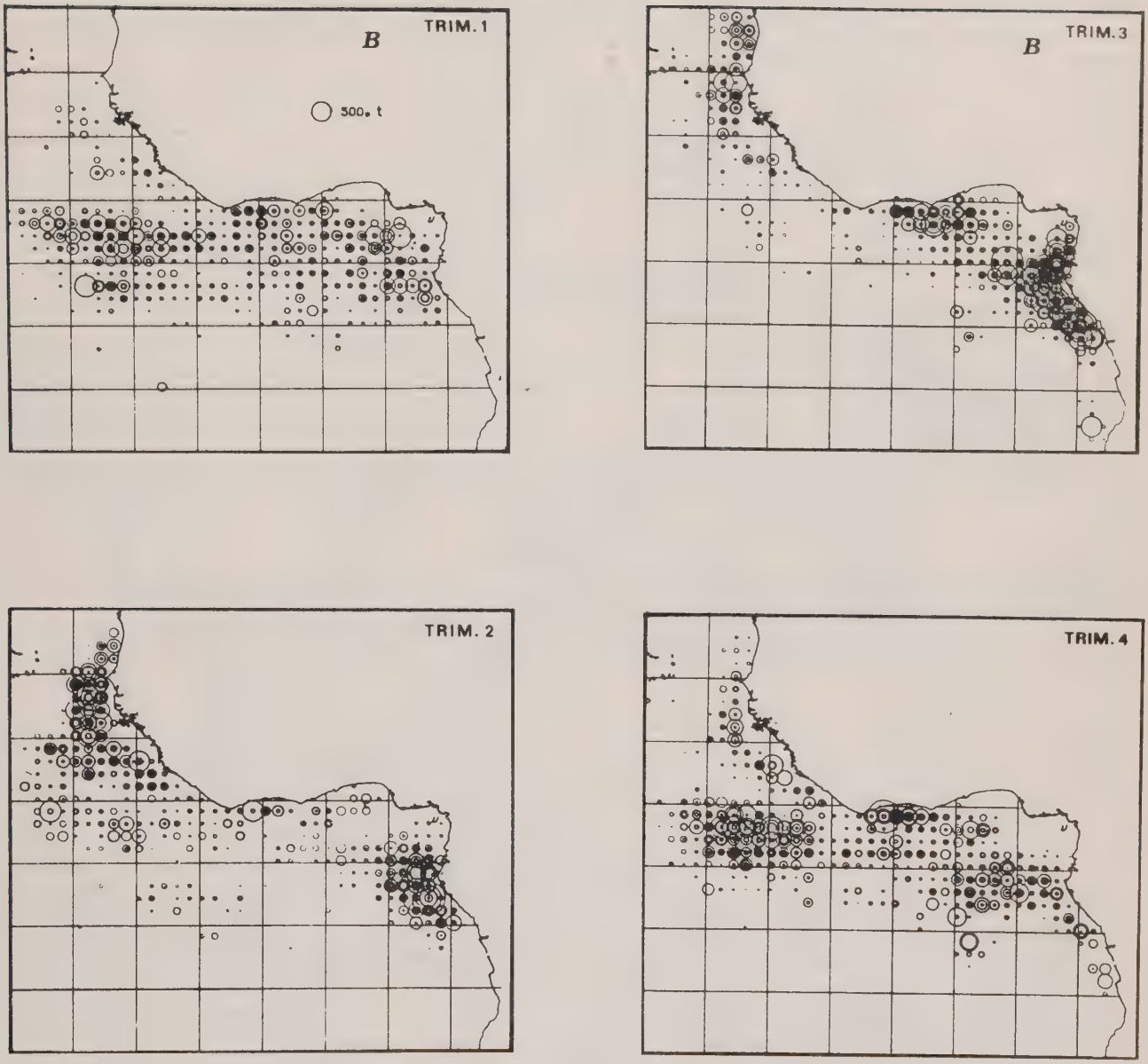


Figure 4.25.b Captures trimestrielles de listao par les senneurs FIS, par carrés de 1^{o}; période 1975 à 1983, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

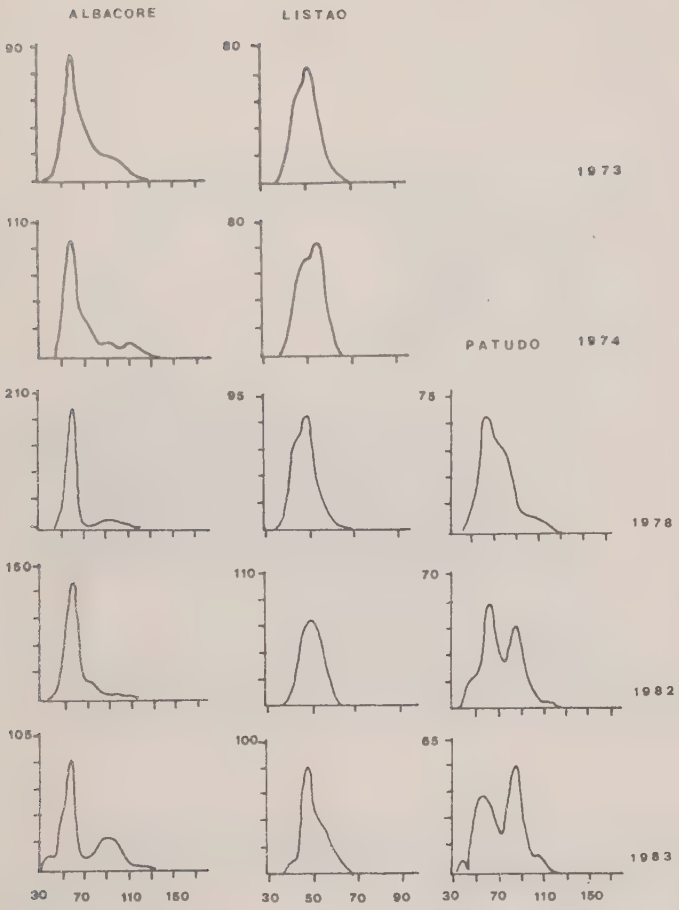
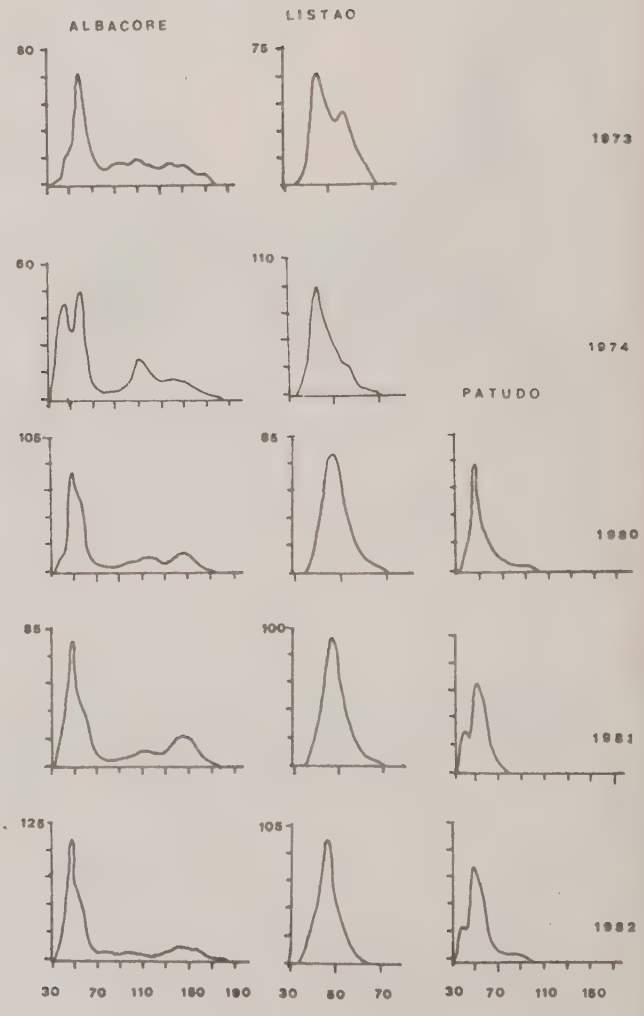


Figure 4.26 Exemples de fréquences de taille d'albacores, listaos et patudos capturés par les canneurs FIS.

Figure 4.27 Exemples de fréquences de taille d'albacores, listaos et patudos capturés par les senneurs FIS.



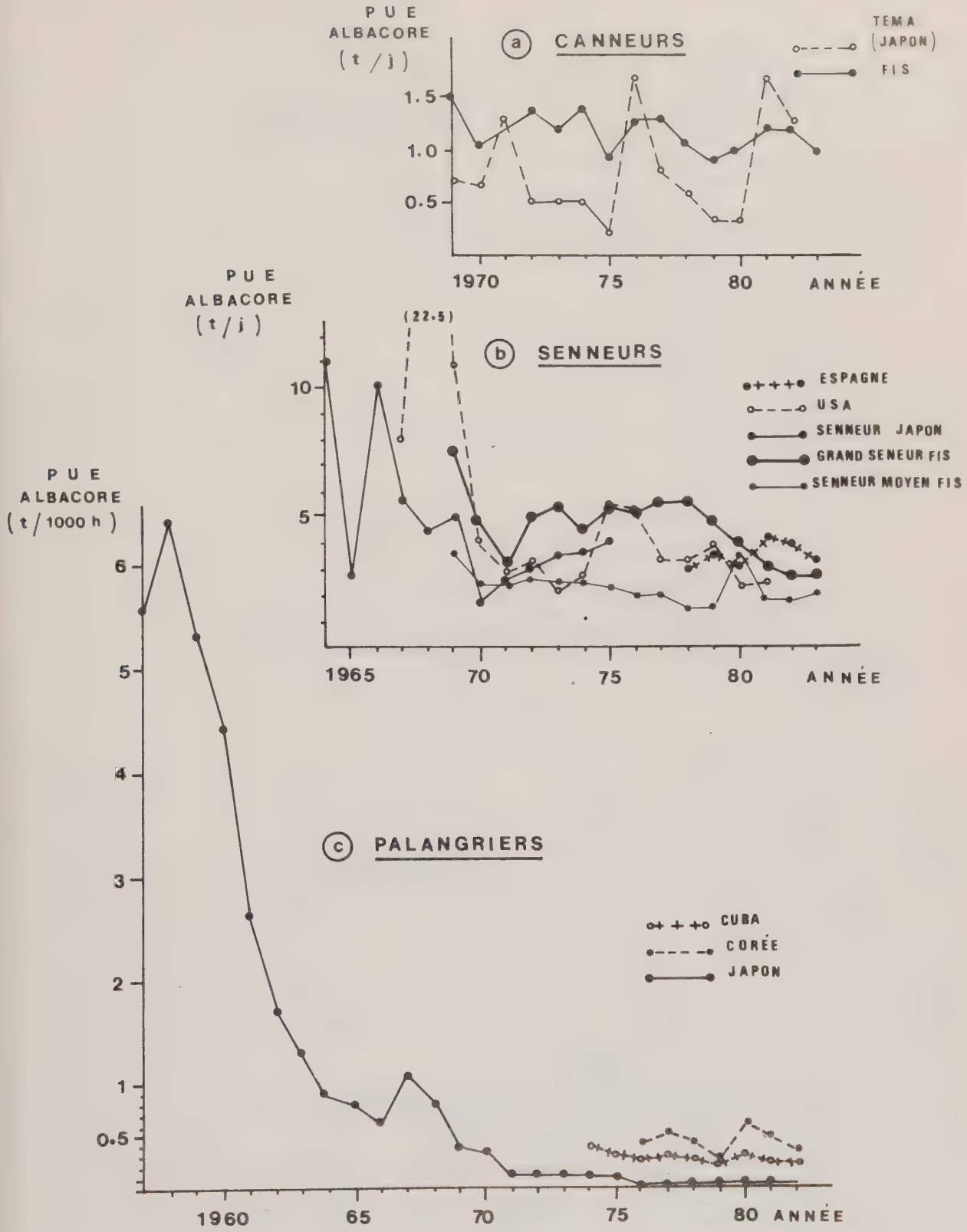


Figure 4.28 Prises par unité d'effort nominales (en tonnes par jour) des principales flottilles de canneurs (a), de senneurs (b) et de palangriers (c) sur l'albacore.

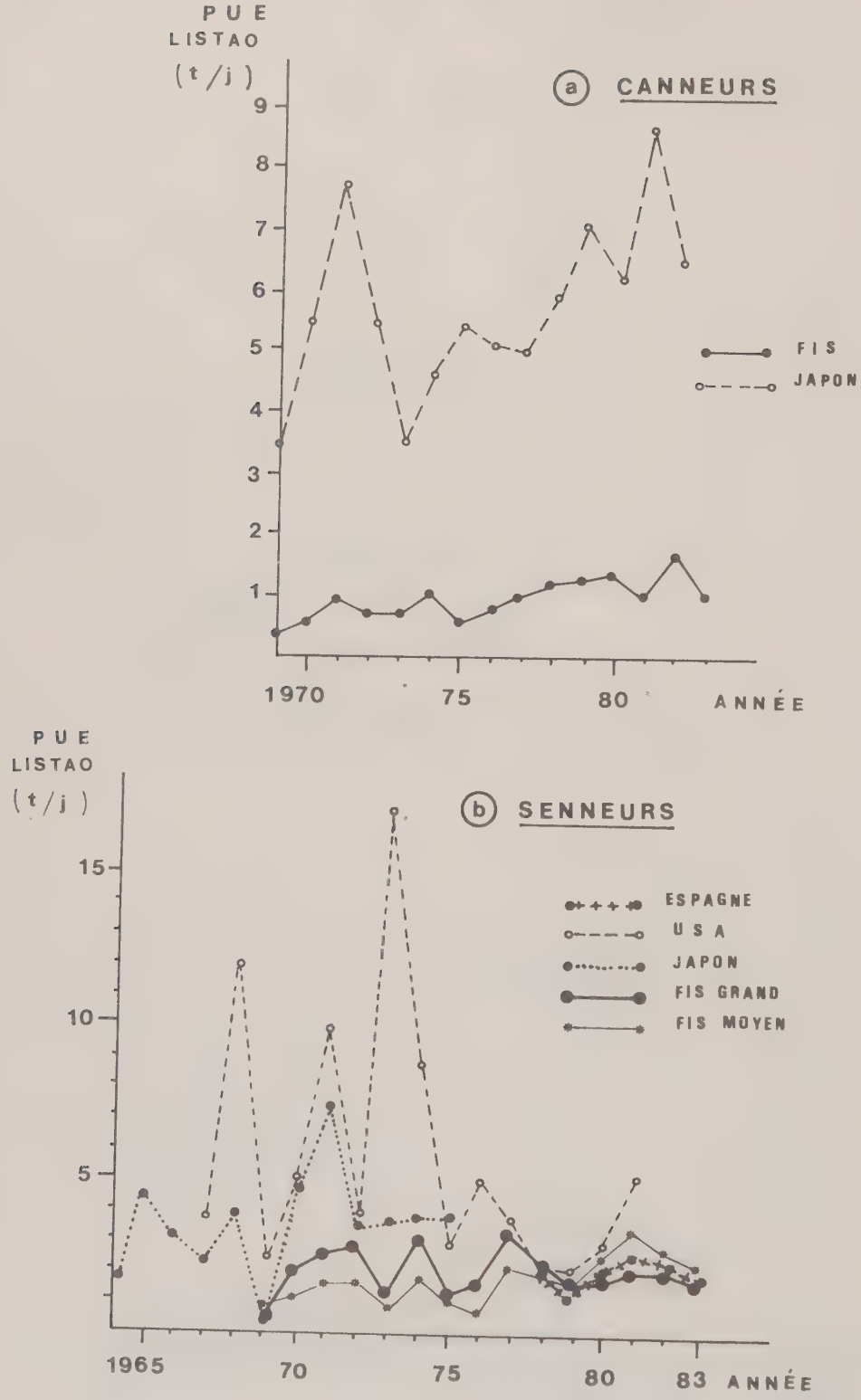


Figure 4.29 Prises par unité d'effort nominales (en tonnes par jour) des principales flottilles de canneurs (a) et de senneurs (b) sur le listao.

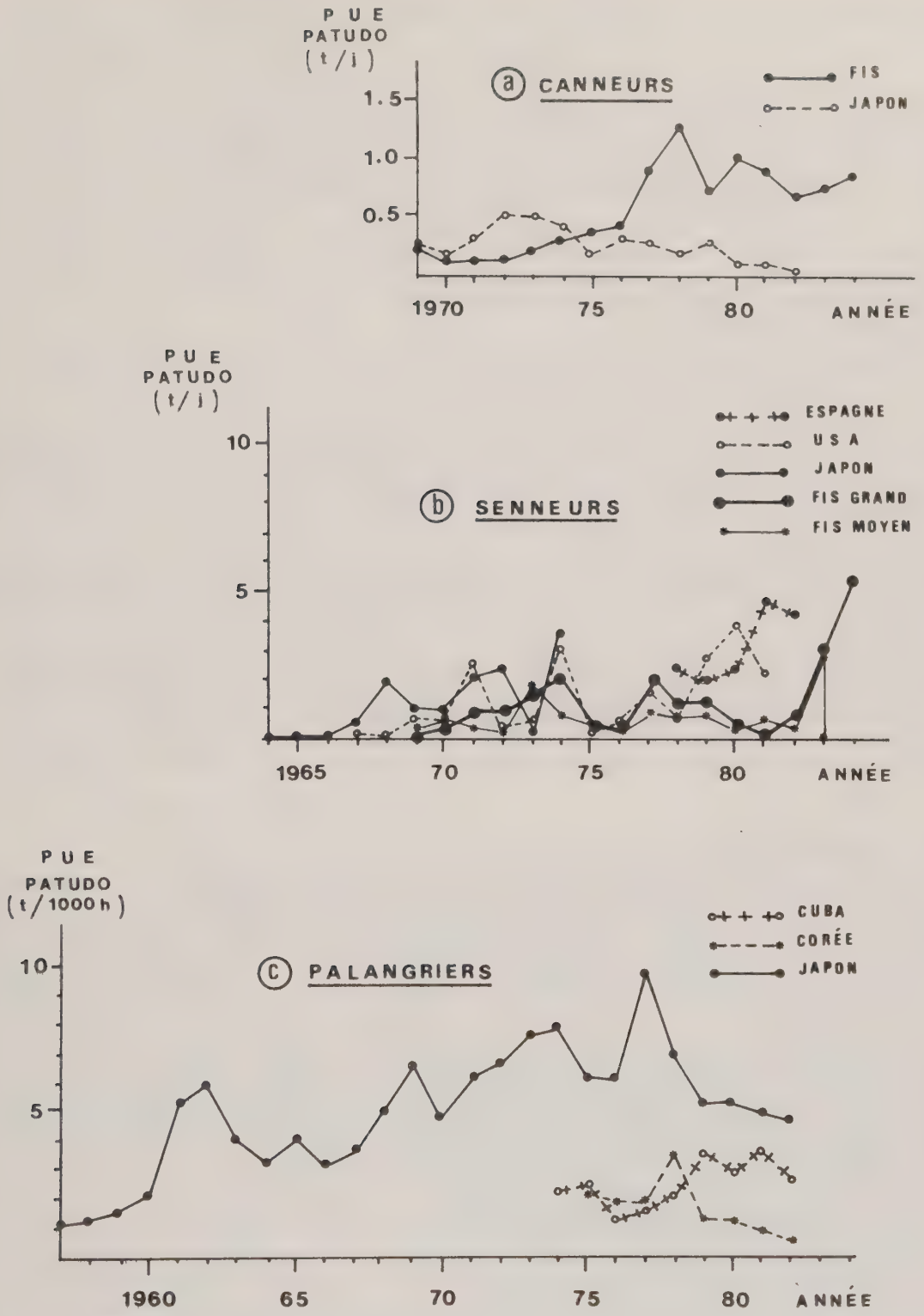


Figure 4.30 Prises par unité d'effort nominales (en tonnes par jour) des principales flottilles de canneurs (a), de senneurs (b) et de palangriers (c) sur le patudo.

On peut faire pour chaque engin les commentaires suivants :

. les canneurs FIS ont des rendements en albacore très stables entre 1.0 et 1.5 tonnes/jour durant la période 1969-1985 (moyenne 1.16 tonnes/jour). Les rendements en listaos s'accroissent d'un bas niveau égal en moyenne à 0.7 tonnes/jours, de 1969 à 1976, vers un niveau moyen de 1.2 tonnes/jour de 1977 à 1983. Les rendements en patudo sont aussi en accroissement régulier : inférieurs à 0.4 tonnes/jour, jusqu'en 1975, ils dépassent 0.7 tonnes/jour depuis 1977 (moyenne 1977-1983 =1.0 tonnes/jour). Ces changements sont liés, entre autres facteurs, aux changements des zones et des saisons de pêche des canneurs. Pêchant toute l'année entre Dakar et l'Angola jusqu'en 1975, les canneurs n'exploitent plus actuellement que la zone située au nord de 10° nord durant l'été, région où les patudos sont particulièrement abondants.

. les senneurs moyens FIS ont des rendements en albacore relativement stables mais en légère baisse entre 1969 et 1983 (moyenne 1969-83 = 2.4 tonnes/jour). Les rendements en listaos sont par contre en accroissement marqué entre la période 1969-1976, rendements inférieurs à 2 tonnes/jour (moyenne = 1.3 tonnes/jour), et la période 1977-1983 où ces rendements dépassent en général 2 tonnes/jour. Les rendements en patudos oscillent sans tendance nette à un niveau moyen de 0.12 tonnes/jour (1969-83).

. les grands senneurs ont des rendements en albacore relativement stables jusqu'en 1979 (moyenne 1969-1979 = 5.3 tonnes/jour), mais sont depuis en diminution et inférieurs à 3 tonnes/jour depuis 1982. Les rendements en listaos oscillent sans tendance marquée entre 1 et 3 tonnes/jour de 1969 à 1983 (moyenne = 2.0 tonnes/jour). Les rendements en patudos sont aussi sans tendance, mais faibles (moyenne 1969-1983 = 0.14 tonnes/jour) et très variables d'une année à l'autre.

4.5.9. Ghana

4.5.9.1. Généralités

Les flottilles artisanales ghanéennes sont très probablement parmi les plus anciennes à avoir exploité les thonidés intertropicaux de l'Atlantique. Irvine (1947) cite par exemple des captures traditionnelles de thons (patudos) et de voiliers par des pirogues pêchant à la ligne. En ce qui concerne la pêche thonière à caractère industriel, on notera pour mémoire une tentative de pêche par des senneurs ghanéens en 1964 qui s'est soldée par un échec commercial et un arrêt rapide de cette flottille. La flottille actuelle de thoniers ghanéens s'est développée à partir de 1973 avec des canneurs et depuis 1980 avec des senneurs. Les statistiques de pêche relatives à cette flottille sont relativement incomplètes et fragmentaires et ne permettent malheureusement pas de bien suivre les activités de la flottille, en particulier au niveau des zones de pêche.

4.5.9.2. Bateaux et méthodes de pêche

On distinguera au Ghana trois flottilles : la flottille de pêche artisanale, les canneurs et les senneurs.

- La pêche artisanale des thonidés est au Ghana traditionnelle et extrêmement active. Interviennent dans cette pêcherie des engins de pêche multiples: sennes tournantes, filets maillants, lignes de traîne, sennes de plage, etc....
- Les canneurs sont des thoniers du type japonais classique. Le développement de la flottille de canneurs ghanéens se fait d'ailleurs principalement par transfert de pavillon du Japon au Ghana. Les canneurs ghanéens ont commencé à opérer en 1973 (2 thoniers) mais ont surtout augmenté leur effort de pêche durant la période 1980 (10 bateaux) à 1983 (28 bateaux) (tableau 4.4).

- Les senneurs ghanéens sont de grands senneurs de type américain et norvégien. Aucune description n'a été publiée sur cette flottille.

4.5.9.3. Zones et saisons de pêche

Aucune donnée précise n'est disponible. Les senneurs ghanéens semblent n'exploiter qu'une zone de pêche relativement réduite dans les secteurs de pêche proches du Ghana. Les canneurs ghanéens exploitent une zone de pêche comparable à celles des canneurs japonais (figure 4.35).

4.5.9.4. Espèces capturées

Les estimations des captures réalisées par les pêcheries artisanales sont remises à l'ICCAT et résultent d'un système d'échantillonnage des captures et des efforts, stratifié par engin et zone. Les petits thonidés et les voiliers sont, avec le listao, les principales espèces capturées par les pêcheries artisanales ghanéennes.

Les prises par espèce des canneurs et des senneurs ghanéens sur les thonidés majeurs sont disponibles à l'ICCAT (tableaux 4.8 à 4.14). La composition spécifique des prises des canneurs est stable et très caractéristique de cette flottille, avec une forte dominance des prises de listao, et la présence d'un petit pourcentage variable d'albacore et de patudo. La proportion réelle de ces deux espèces, albacore et patudo, a fait l'objet de nombreuses estimations divergentes dues à diverses causes (paragraphe 4.5.10.4).

La prise des senneurs montre en général des captures d'albacore et de listao d'importance égale, avec des prises de patudo réduites. On note ainsi de 1980 à 1983 la composition spécifique moyenne suivante : albacore = 47 %; listao = 45 %; patudo = 4 %. Ces chiffres sont comparables à ceux des autres flottilles de senneurs qui opèrent dans la zone.

4.5.9.5. Tailles capturées

Les tailles capturées par les canneurs ghanéens sont bien connues grâce à un échantillonnage systématique des débarquements réalisé depuis 1973 par le Fishery Research Unit (FRU), de Téma. Les thons capturés sont en général de petite taille (figure 4.31), moins de 5 kg en général, les tailles étant très comparables pour les 3 espèces principales (albacore, listao et patudo) du fait que la pêcherie exploite des bancs mixtes de petits thons.

L'échantillonnage des captures des senneurs ghanéens est resté par contre médiocre depuis l'origine de cette flottille. Les tailles des listaos capturés sont probablement comparables à celles des captures de la flottille FIS du fait de la faible variabilité des tailles de listao. En ce qui concerne l'albacore, le petit nombre d'individus mesurés (300 poissons mesurés/an en moyenne, pour une prise moyenne annuelle de 3300 tonnes) ne permet pas d'estimer avec certitude les tailles capturées. Ces échantillonnages indiquent toutefois que les captures des senneurs ghanéens seraient composées de poissons de petite taille (poids moyen inférieur à 10 kg), d'un poids bien inférieur à celui des albacores capturés par les senneurs FIS et espagnols.

Les tailles des captures de la pêcherie artisanale ne font pas l'objet de déclarations à l'ICCAT. Elles demeurent donc inconnues.

4.5.9.6. Rendements

Les rendements des canneurs ghanéens sont regroupés au sein de la flottille de Téma (regroupant les canneurs de la Corée, du Japon, de Panama et du Ghana), du fait de l'homogénéité de cette flottille. Les rendements donnés au tableau 4.33 sont calculés de la manière suivante :

Tableau 4.32 Nombre de thoniers par catégorie et mode de pêche de la flottille FIS de 1953 à 1983 (par année de débarquement).

ANNEE	CANNEUR GLACIER	CANNEUR CONGEL. 40t.	CANNEUR CONGEL. 90t.	PETIT SENNEUR 90t.	SENNEUR MOYEN 200t.	GRAND SENNEUR 400t.	GRAND SENNEUR 700t.	GRAND SENNEUR 1000t.
1953	2	0	0	0	0	0	0	0
1954	5	1	0	0	0	0	0	0
1955	6	1	0	0	0	0	0	0
1956	43	1	0	0	0	0	0	0
1957	85	2	0	0	0	0	0	0
1958	12	2	0	0	0	0	0	0
1959	46	6	4	0	0	0	0	0
1960	50	12	6	0	0	0	0	0
1961	27	9	6	0	0	0	0	0
1962	62	62	10	0	0	0	0	0
1963	45	10	13	1	0	0	0	0
1964	44	10	20	4	1	0	0	0
1965	40	10	22	6	1	0	0	0
1966	41	10	19	10	1	0	0	0
1967	39	10	15	14	1	0	0	0
1968	42	11	12	15	1	0	0	0
1969	51	11	12	14	6	4	1	0
1970	45	10	13	15	7	6	1	0
1971	28	8	15	15	12	7	1	0
1972	32	7	13	15	14	7	2	2
1973	26	6	9	21	18	7	2	3
1974	27	4	5	17	14	17	5	3
1975	29	4	5	17	14	17	5	3
1976	28	3	1	8	19	18	5	3
1977	26	3	1	3	10	19	8	3
1978	25	3	1	1	12	18	11	3
1979	26	3	2	0	5	17	12	3
1980	24	3	1	0	3	17	14	3
1981	22	3	1	0	6	16	16	2
1982	20	3	1	0	5	18	17	2
1983	19	3	1	0	4	17	17	1

Tableau 4.33 Estimation des rendements par espèce des canneurs de Téma (Japon + Ghana + Corée + Panama).

ANNEE	PRISES CANNEURS TEMA			NOMBRE DE CANNEURS	TEMPS DE MER (F.R.U.)	ESTIM. TEMPS MER 165J.M/Bt	RENDEMENT (t./J.M.)		
	ALBACORE	LISTAO	PATUDO				ALBACORE	LISTAO	PATUDO
1969	992	4926	264	6		990	1	4.97	.27
1970	881	7481	215	6		990	1	7.56	.22
1971	1955	11730	520	10		1650	1.50	7.11	.31
1972	3941	10825	1047	17	3033		1.30	3.57	.34
1973	7422	14189	1973	31	5515		1.34	2.57	.36
1974	10140	22475	958	41	5775		1.75	4.03	.16
1975	5344	11239	1391	39	4620		1.12	2.43	.30
1976	7761	21560	1370	31	5236		1.48	4.12	.26
1977	5292	27907	2059	42	6373		.83	4.38	.32
1978	3482	28362	1404	48	7690		.45	3.69	.18
1979	6211	32460	1129	41	7206		.86	4.50	.16
1980	3619	25477	1991	35	6290		.57	4.05	.32
1981	5276	25462	2159	35	5420		.93	4.70	.40
1982	7572	28090	1416	38		6270	1.21	4.48	.22
1983	6120	28266	349	36		5940	1.04	4.76	.06

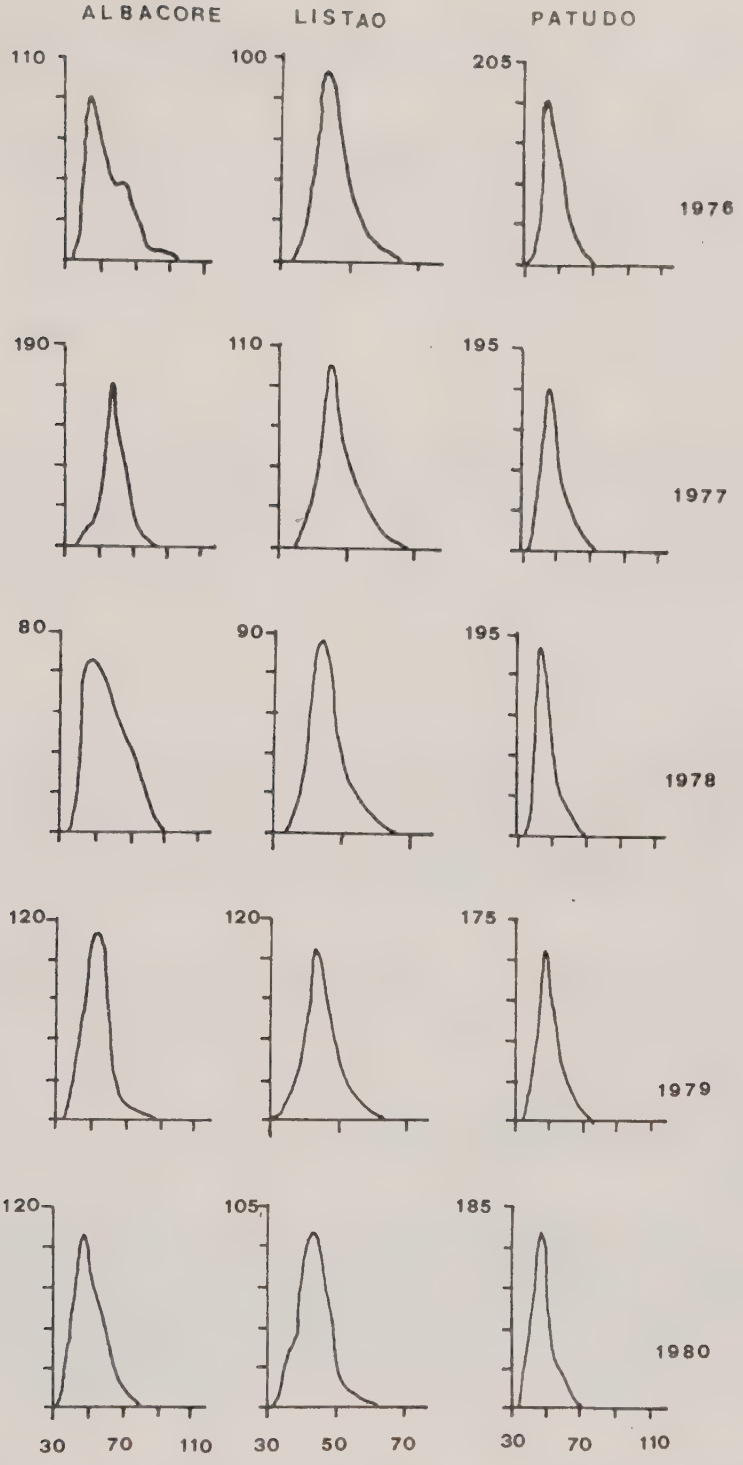


Figure 4.31 Exemples de fréquences de taille d'albacores, de listaos et de patudos capturés par les canneurs de Téma.

- les prises par espèce sont celles des tableaux 4.9, 4.10 et 4.14.
- les efforts de la période 1972 à 1981 sont les temps de mer totaux collectés par le F.R.U. de Téma.
- les efforts des périodes 1969-1971 et 1982-1983 sont estimés dans l'hypothèse où chaque thonier a effectué 165 jours de mer par an, moyenne calculée dans la période 1972-81 (en excluant 1975, année d'activité réduite).
- les rendements sont calculés en divisant les prises par les efforts estimés (en jours de mer non standardisés).

On note que les rendements des canneurs de Téma sont particulièrement élevés avec une forte dominance de listaos.

4.5.10. Japon

4.5.10.1. Généralités

Les flottilles thonières japonaises ont été parmi les plus anciennes à avoir exploité la zone. Trois flottilles japonaises - palangriers, canneurs et senneurs - ont ainsi exploité le golfe de Guinée. Les excellentes statistiques de pêche soumises par le Japon à l'ICCAT permettent un bon suivi de ces pêcheries depuis leurs premières années d'activité jusqu'à la période actuelle.

4.5.10.2. Bateaux et méthodes de pêche

a) Palangriers

La flottille de palangriers japonais a exercé un effort de pêche important dans la zone du golfe de Guinée durant la période 1957 à 1967, alors que les stocks de thonidés adultes de profondeur étaient quasiment vierges. Ces palangriers japonais sont du type classique décrit au paragraphe 4.2.3. On assiste durant la période récente au développement de la pêche avec des palangres profondes destinées à capturer plus de patudos.

L'évolution du nombre de palangriers en opération dans l'Atlantique est donnée au tableau 4.34. Ce même tableau donne la proportion de l'effort de pêche (pourcentage du nombre d'hameçons) qui a été exercé dans la zone de l'étude. On constate à l'examen de ce tableau que l'effort de pêche des palangriers japonais a surtout été important dans le secteur durant les années 1957 à 1967 (54 %), mais se situe à un niveau assez bas durant la période récente (22 % de 1970 à 1982).

b) Canneurs

Cette flottille s'est implantée dans le golfe de Guinée à partir de 1962 (5 thoniers) puis s'est développée durant la période 1970 à 1974 où l'effectif s'est accru de 6 à 24 bateaux (tableau 4.4). Basés à cette époque de leur apogée dans les ports de Freetown et de Tema, ces canneurs se sont peu à peu regroupés exclusivement à Téma où leur effectif a suivi une courbe décroissante, conduisant à leur disparition en 1984 (par transfert des bateaux sous pavillon coréen, puis ghanéen).

c) Senneurs

Les senneurs japonais ont été parmi les premiers à exploiter le secteur, puisqu'ils sont présents dans le golfe de Guinée dès novembre 1964 avec deux thoniers. L'effort de pêche maximum atteindra 8 à 11 senneurs durant la période 1968 à 1973 pour devenir nul à partir de 1975 (tableau 4.5). On notera que le mode de pêche de certains de ces senneurs japonais est très spécial, ceux-ci opérant en paires, chaque paire étant accompagnée de un ou deux navires accompagnateurs. Un maximum de 3 paires sera en activité dans la zone. Ce type de pêche a disparu de l'Atlantique à partir de février 1975, pour des raisons semble-t-il économiques (coûts d'opéra-

tions excessifs pour les rendements obtenus). Le senneur japonais en activité depuis 1982 est lui du type américain classique.

4.5.10.3. Zones et saisons de pêche

a) Palangriers

Les zones et saisons de pêche des palangriers japonais ont considérablement évoluées durant la période 1957 à 1982 en relation avec le changement des espèces cibles. Durant la phase initiale de la pêcherie (1957-1968), la pêche des palangriers avait lieu surtout au premier trimestre dans la zone située autour de l'équateur (figure 4.32). Durant la période récente, l'effort de pêche se concentre dans les sous secteurs nord et sud de la zone d'étude au premier et quatrième trimestres, principalement à la recherche des concentrations de patudo (figure 4.33).

b) Senneurs

Les zones et saisons de pêche des senneurs japonais de 1964 à 1968 sont décrites par Marcille (1969). Celles de 1969 à 1975 sont connues d'après les statistiques remises à l'ICCAT (figure 4.34). Les zones de pêche des senneurs japonais étaient de 1964 à 1974 les zones côtières du fond du golfe de Guinée situées entre l'Angola et la Guinée Bissau avec une prédominance des prises réalisées dans les zones du cap des Trois Pointes et du cap Lopez.

c) Canneurs

Les zones et saisons de pêche des canneurs japonais ne sont bien connues qu'à partir de 1969. Les zones de pêche sont essentiellement celles situées au large de la Côte d'Ivoire et du Ghana et accessoirement celles situées au large de la Sierra Léone et du cap Lopez (figure 4.35). Ces zones de pêche ont peu évolué dans le temps, malgré les changements du niveau de l'effort de pêche tant des canneurs que de celui des senneurs. Une analyse détaillée des zones de pêche des canneurs japonais est présentée par Wise (1986).

4.5.10.4. Espèces capturées

a) Palangriers

Les palangres capturent en règle générale un nombre important d'espèces. Toutefois, elles visent en général préférentiellement un groupe d'espèces, en étant posées dans les strates d'abondance maximale des espèces cibles et à la profondeur la plus adaptée. Cela a été le cas pour les palangriers japonais qui avaient l'albacore comme espèce cible jusqu'en 1968 (environ) et qui recherchent préférentiellement le patudo depuis l'année 1970 environ (tableaux 4.7 et 4.12). Les prises par espèce des palangriers japonais dans le secteur d'étude en nombre d'individus, (donnée de base des livres de bord), sont données pour toutes les espèces de thonidés et xiphiidés au tableau 4.35.

b) Senneurs

Les tableaux 4.8, 4.11 et 4.13 donnent les prises annuelles par espèce des senneurs japonais dans la zone . On y constate des proportions variables des trois espèces principales, l'albacore étant en général l'espèce dominante, le listao étant toutefois, certaines années (1964 par exemple), très abondant dans la prise, alors que cette espèce était très peu capturée par les autres flottilles à cette époque.

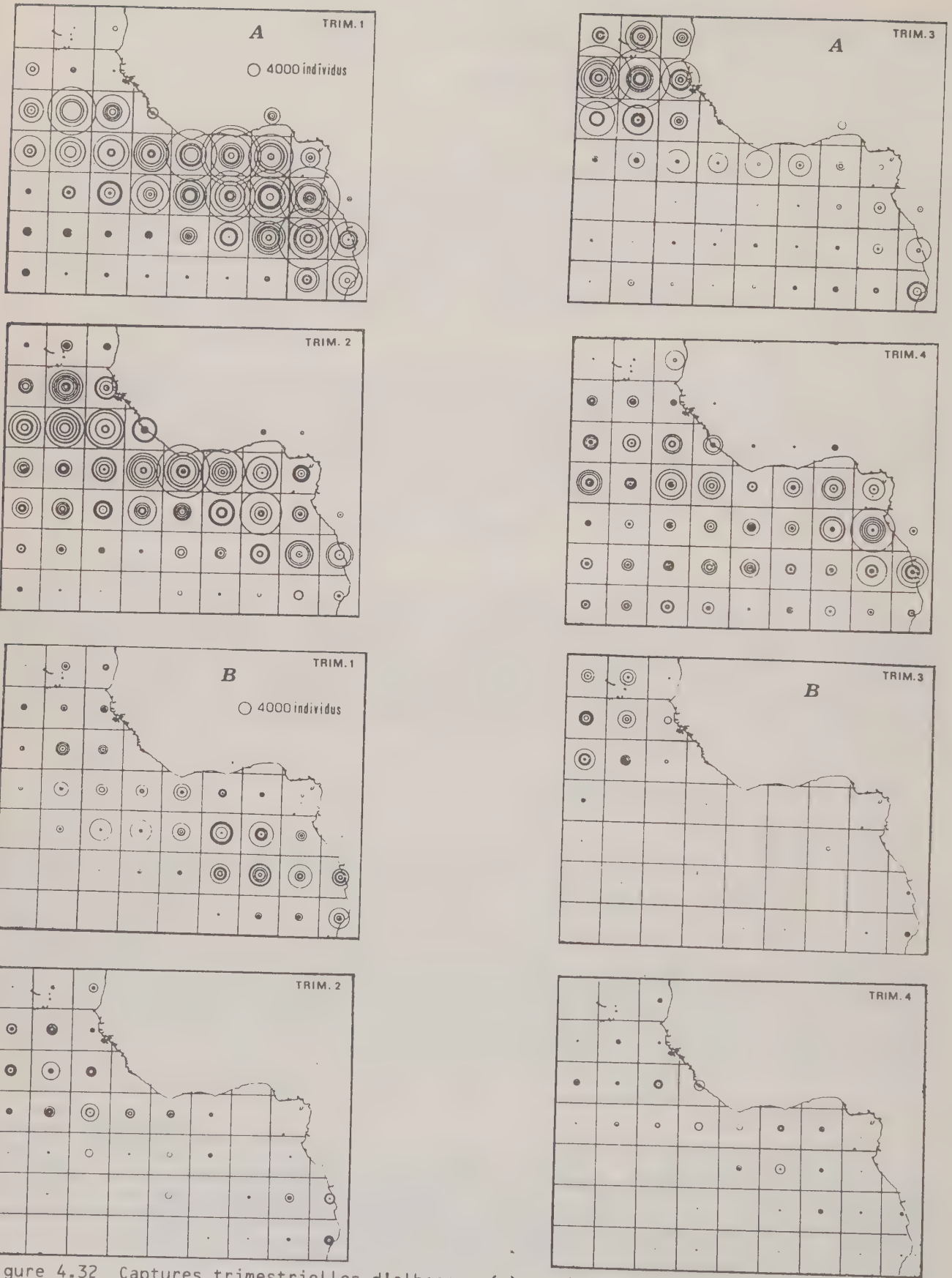


Figure 4.32 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de patudo (b) dans le secteur par la flottille palangrière du Japon, par carré de 5°; moyenne de la période 1957 à 1967, en nombre d'individus (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 5°).

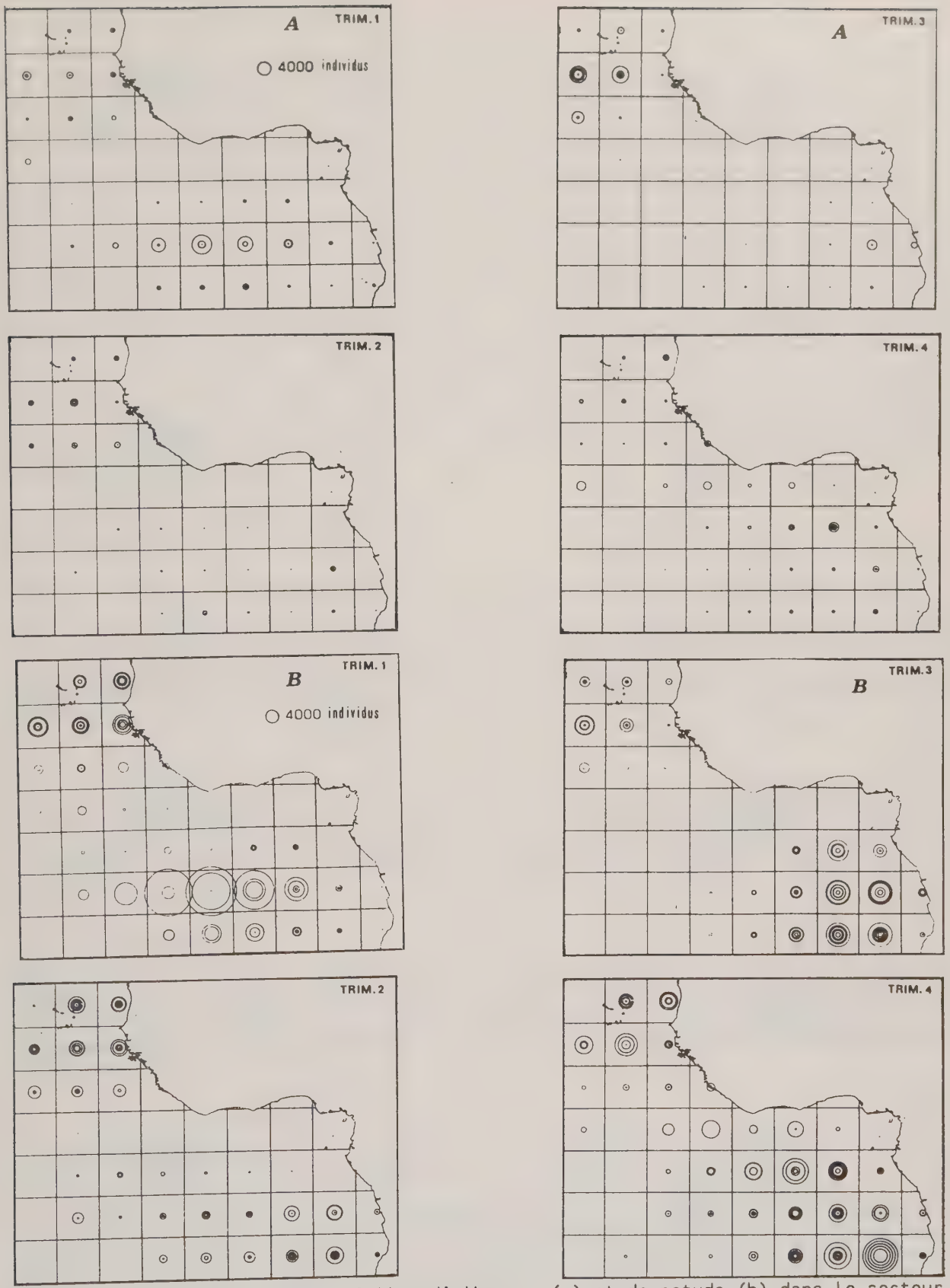


Figure 4.33 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de patudo (b) dans le secteur par la flottille palangrière du Japon, par carré de 5^{o}; moyenne de la période 1976 à 1982, en nombre d'individus (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 5^{o}).

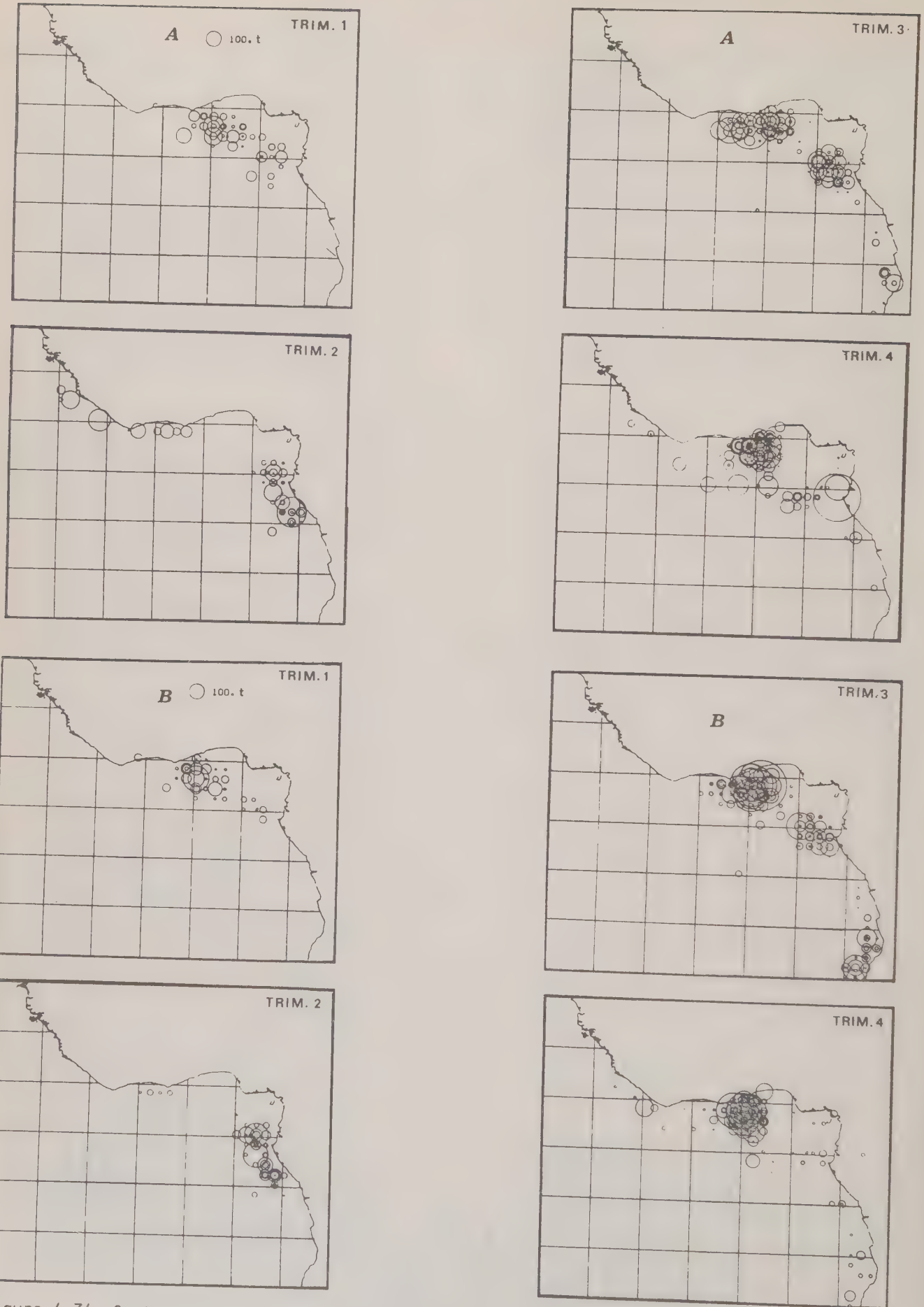


Figure 4.34 Captures trimestrielles d'albacore (a) et de listao (b) par les senneurs japonais, par carré de 1^{o}; période 1969 à 1974, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

c) Canneurs

Les tableaux 4.9, 4.10 et 4.14 donnent les prises annuelles par espèce des canneurs japonais dans la zone . Ces tableaux montrent que le listao est clairement dans cette pêcherie l'espèce cible, et est toujours dominante dans les prises. On notera toutefois que la composition spécifique exacte des prises à fait l'objet de nombreuses discussions au sein de l'ICCAT. Il est très probable que la proportion d'albacores et de patudos dans la prise ne soit pas toujours exacte, par suite des difficultés réelles à identifier ces deux espèces lors des débarquements, et par suite des mesures prises par l'ICCAT pour limiter les captures de ces espèces à un poids inférieur à 3.2 kg qui ont pu entraîner certaines fausses déclarations (en particulier présence d'albacores hors taille déclarés comme patudos avant la mise en vigueur en 1978 de la taille limite sur le patudo). En dépit de ces doutes très sérieux, les chiffres de prises retenus, sont constitués par les déclarations officielles des pays pêcheurs, les données d'échantillonnage ne permettant pas, comme cela est le cas pour les senneurs, d'estimer la composition spécifique des prises d'une manière exacte. On notera toutefois que les échantillonnages de taille réalisés à Puerto Rico chaque année et soumis à l'ICCAT confirment le plus souvent l'inexactitude de la composition spécifique officielle des débarquements de Téma.

4.5.10.5. Tailles capturées

a) Palangriers

On dispose pour cette flottille d'un échantillonnage réalisé avec une bonne couverture, dès le début de la pêcherie. Des fréquences annuelles des captures d'albacore et de patudo durant la période historique et la période actuelle sont données figure 4.20 (palangriers coréens). Ces figures confirment que les captures faites à la palangre sont toujours constituées de poissons de grande taille.

b) Senneurs

Les histogrammes des fréquences de taille des captures d'albacore, l'espèce dominante, au cours des années 1970-1974 (figure 4.36) présentent des tailles très variables, dans une gamme de tailles comparables, mais légèrement supérieures à celle des grands senneurs FIS et espagnols durant la période récente.

c) Canneurs

Les trois espèces capturées par les canneurs de Tema sont toujours de petite taille (figure 4.31). Ces fréquences de taille retenues sont celles réalisées par le F.R.U. de Tema au débarquement, les fréquences de taille fournies par le Japon paraissent très biaisées certaines années (pour des causes mal déterminées).

4.5.10.6. Rendements

Les statistiques japonaises sont, en général d'excellente qualité et permettent d'analyser les rendements des diverses flottilles.

. Les palangriers : les rendements des palangriers ont été calculés en divisant la prise annuelle en poids dans le secteur de l'étude par le nombre d'hameçons posés. Les rendements en albacore manifestent une extraordinaire chute entre la période initiale 1957-1963 où les rendements atteignaient en moyenne 3.9 tonnes par 1000 hameçons et la période actuellle avec seulement 44 kg/1000 hameçons de 1976 à 1982 (cette baisse est largement due à des changements d'espèces cibles et ne correspond pas à la baisse de l'abondance du stock). Les rendements en patudos sont par contre en régulier accroissement : de 150 kg/1000 hameçons environ jusqu'en

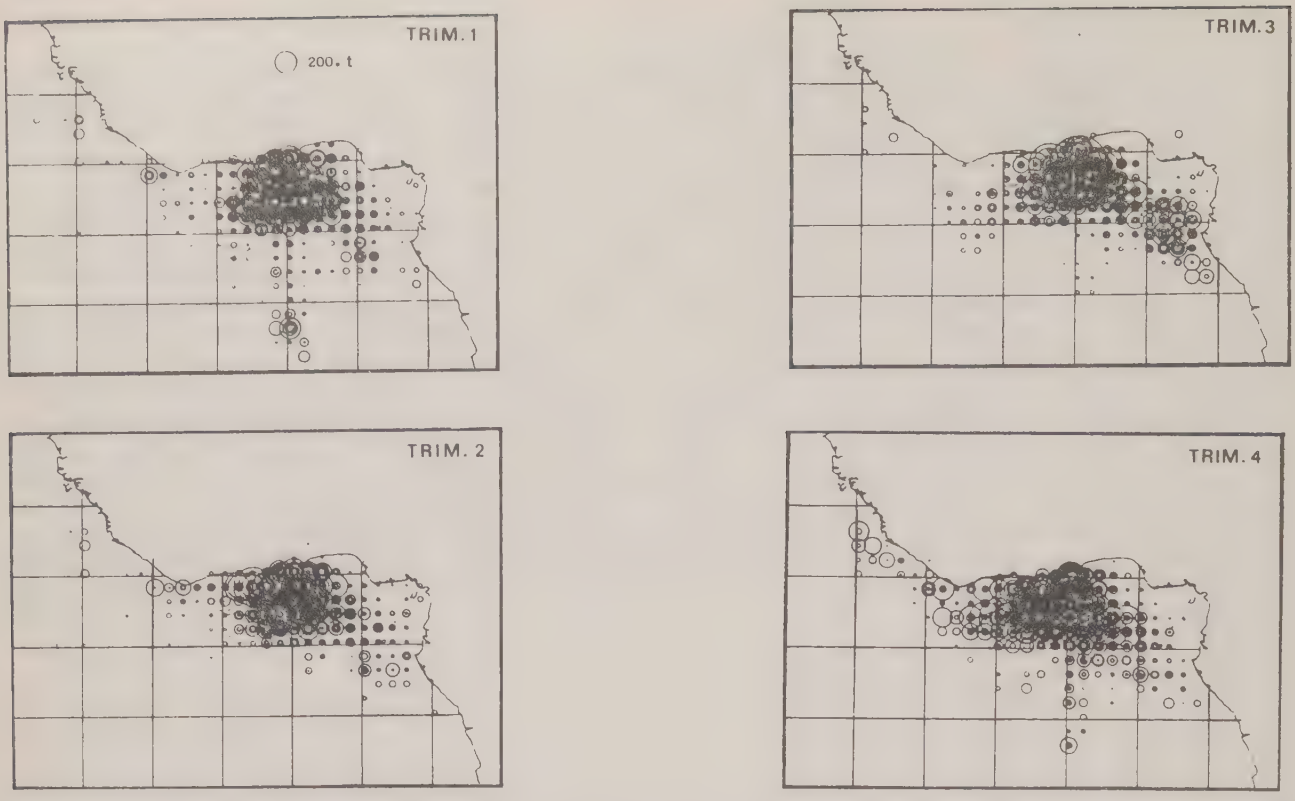


Figure 4.35 Captures trimestrielles de listao par les canneurs japonais, par secteur de 1º; période 1969 à 1982 (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1º).

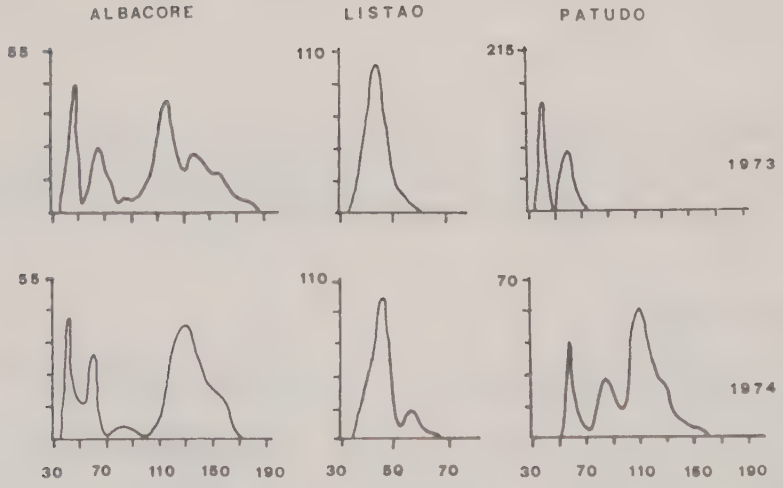


Figure 4.36 Exemples de fréquences de taille annuelles d'albacore, listao et patudo capturés par les senneurs japonais.

1960, ils oscillent entre 300 et 600 kg/1000 hameçons entre 1961 à 1978. Le rendement moyen de 1979 à 1982 est légèrement inférieur à 510 kg/ 1000 hameçons.

. Les senneurs : les senneurs japonais ont eu entre 1964 et 1975 des rendements en albacores et en listaos très variables d'une année à l'autre (figures 4.22 et 4.29). Les rendements en albacore manifestent une tendance décroissante entre la période initiale 1964-1969 où le rendement moyen atteint 6.6 tonnes/jour et la période 1970-1975 où il n'est que de 3.1 tonnes/jour. Les rendements en listao sont aussi très variables, mais sans tendance nette, à un niveau moyen de 3.5 tonnes/jour. Les rendements moyens en patudos, nuls jusqu'en 1966, sont de 0.24 tonnes/jour de 1968 à 1974.

. Les rendements de la flottille de canneurs japonais sont regroupés au sein de ceux de la flottille de Tema, jugée relativement homogène. Les rendements sont estimés selon la méthode décrite au paragraphe 4.5.9.6. Les canneurs de Tema ont des rendements en albacore variables (entre 0.5 et 1.7 tonnes/jour) à un niveau moyen de 1.1 tonnes/jour (1969 à 1983). Les rendements en listaos, l'espèce cible de cette flottille, sont par contre élevés (entre 3.4 tonnes/jour et 7.6 tonnes/jour), le rendement moyen en listao durant la période 1969 à 1982 étant de 4.5 tonnes/jour de mer. Les rendements en patudo sont par contre toujours faibles, à un niveau moyen égal à 0.26 tonnes/jour. Il s'agit là de chiffres donnant l'ordre de grandeur des rendements ; dans le détail, les biais concernant la composition spécifique de la prise et ceux concernant l'estimation de l'effort de pêche, viennent limiter la valeur de ces chiffres.

4.5.11. Corée - Panama

4.5.11.1. Généralités

Ces deux flottilles sont des flottilles d'intérêts commerciaux coréens, dont une partie navigue pour des raisons fiscales sous pavillon panaméen. Les bateaux semblent changer de pavillon fréquemment durant leur existence, en gardant les mêmes équipages et les mêmes zones de pêche, ce qui rend impossible et sans objet la distinction entre Corée et Panama. Il existe deux flottilles, l'une de palangriers, opérationnelle depuis 1963 mais qui n'exploite la zone qu'à partir de 1968, l'autre de canneurs congélateurs basée à Tema depuis 1971. Les statistiques de pêche relatives à ces deux flottilles sont fragmentaires et ne concernent que la période récente, à partir de 1974 pour les palangriers et de 1980 pour les canneurs. La prise totale annuelle par espèce est connue depuis le début de la pêcherie, mais la zone de pêche des palangriers, donc la prise dans le secteur de l'étude, n'est connue qu'à partir de 1974.

4.5.11.2. Bateaux et méthodes de pêche

a) Canneurs

L'effectif de la flottille des canneurs de Corée et Panama est donné au tableau 4.4. On y constate que la flottille de canneurs s'est implantée à Tema avec deux bateaux en 1971 et s'est développé régulièrement pour atteindre 23 canneurs en 1978. Cet accroissement de l'effort de pêche coréen s'est en fait largement opéré par transfert de pavillons, et achat par la Corée de canneurs japonais. On note ensuite une diminution très rapide des effectifs de cette flottille qui n'a plus que 4 canneurs actifs en 1983.

b) Palangriers

La méthode de pêche de ces palangriers, bien décrite par Woo Choo (1975), est décrite au paragraphe 4.2. La flottille des palangriers coréens a été semble-t-il en activité dans le secteur depuis 1968, après n'avoir

exploité que le germon du sud durant sa phase initiale d'activité. L'effectif de la flottille coréenne de palangriers en opération dans l'Atlantique est connue depuis 1969, mais on ignore jusqu'en 1974 la fraction de l'activité exercée dans la zone de l'étude (tableau 4.36).

4.5.11.3. Zones et saisons de pêche

a) Canneurs

La pêche des canneurs s'exerce principalement sur le listao dans la zone côtière située au large du Ghana. Cette zone de pêche est identique à celle des canneurs japonais (figure 4.35). La pêche a lieu durant toute l'année dans ce même secteur.

b) Palangriers

Les zones de pêche des palangriers coréens apparaissent à la figure 4.37. On constate à l'examen de cette figure un balancement saisonnier cyclique des zones de pêche, déjà mis en évidence par divers auteurs dont Yanez (1971) et Fonteneau (1981) et caractéristique de la pêche palangrière ayant l'albacore pour espèce cible.

4.5.11.4. Espèces capturées

a) Canneurs

La composition spécifique des prises des canneurs coréens est caractéristique de la flottille de Téma, i.e. une très large dominance de listao (tableau 4.9), associé à une proportion variable d'albacores et de patudos de tailles voisines (tableaux 4.9 et 4.14). La composition spécifique exacte des prises a fait l'objet de diverses controverses à l'ICCAT. Il semble que, au moins durant certaines années, les prises d'albacores et de patudo soient mal estimées, par suite en particulier des réglementations ICCAT de taille limite à 3.2 kg.

b) Palangriers

La flottille palangrière coréenne a longtemps recherché préférentiellement le germon dans l'Atlantique nord et sud. A partir du début des années 1970 son activité s'oriente de plus en plus vers les thonidés tropicaux dans le secteur d'étude, en particulier vers l'albacore qui fournit 30 % des prises jusqu'en 1978. On note enfin à partir du début des années 1980 une réorientation progressive de l'effort de pêche vers le patudo (stratégie de pêche comparable à celle adoptée depuis plus d'une décennie par les palangriers japonais dans le secteur). Ces changements apparaissent clairement à l'examen des prises annuelles par espèce (tableaux 4.7 et 4.12).

4.5.11.5. Tailles capturées

Les poissons débarqués par les canneurs coréens sont en règle générale de petite taille et ceci pour les 3 espèces (figure 4.31). Ceci est dû à la fois à la méthode de pêche et à la zone d'activité des navires; les bateaux recherchent préférentiellement les bancs de petits thonidés souvent mélangés, avec dominance de listao. Les fréquences de tailles des albacores et patudos capturés par les palangriers dans le golfe de Guinée sont données à la figure 4.20. Ces poissons sont toujours de grande taille.

4.5.11.6 Rendements des flottilles coréennes

. Palangriers : les rendements des palangriers coréens dans le secteur sont connus à partir de 1974. Les rendements en albacore manifestent de faibles fluctuations à un niveau moyen de 263 kg/1000 hameçons (1974-1982), et sans tendance nette. Les rendements sont proches de ceux des palangriers

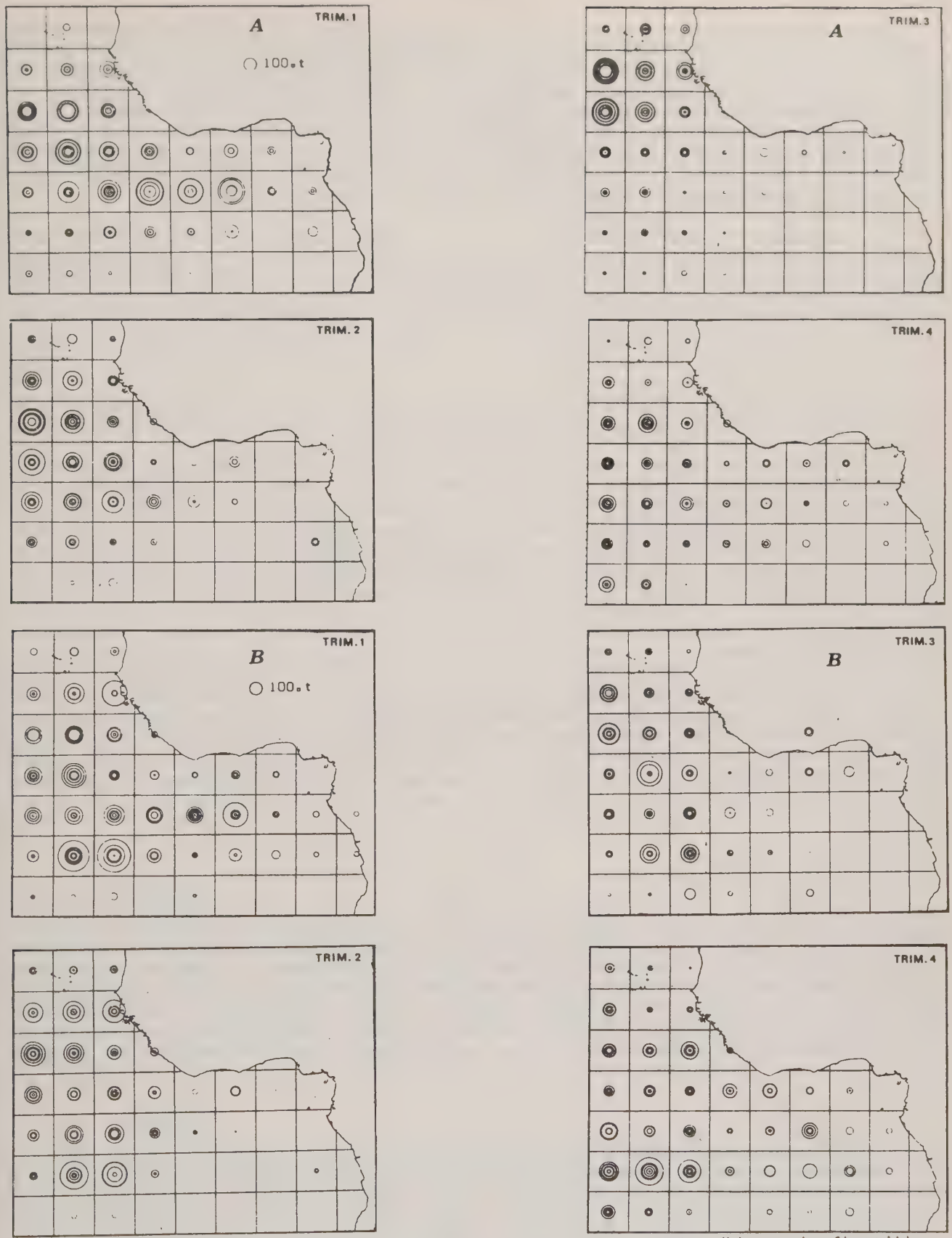


Figure 4.37 Captures trimestrielles d'albacores (a) et de patudos (b) par la flottille palangrière de la Corée et de Panama, par carrés de 5^{o}, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 5^{o}).

cubains (légèrement inférieurs) et très supérieurs à ceux des palangriers japonais. Ces différences dans les rendements sont très probablement dues à des stratégies de pêche et à des espèces cibles différentes. Les rendements en patudos sont en accroissement marqué durant la période récente : le rendement est égal 100 kg/1000 hameçons de 1974 à 1978, et atteint un niveau moyen de 312 kg/1000 hameçons de 1979 à 1982. Cette amélioration des rendements en patudo est décrite par Lee (1986). Il est clairement lié à un changement d'espèce cible des palangriers coréens, analogue mais à un degré moindre, au changement d'espèce cible des palangriers japonais.

. Canneurs : les rendements des canneurs coréens basés à Tema sont comparables à ceux des canneurs japonais pour lesquels de bonnes données statistiques sont disponibles et auquels on se référera (4.5.10.6) regroupés au sein des canneurs de Tema qui sont jugés homogènes.

4.5.12. Maroc

Le Maroc capture traditionnellement durant l'été le long de ses côtes, des quantités variables de thons tropicaux, principalement du listao. Le Maroc étant situé hors de la zone d'étude, cette pêcherie n'est pas couverte dans l'analyse. Le Maroc dispose par ailleurs depuis 1972 d'une petite flottille de senneurs (1 senneur de 1972 à 1976, 4 senneurs à partir de 1977). Ces senneurs opèrent dans la zone avec les flottilles françaises (3 senneurs) et espagnole (1 senneur). On ne présentera pas de bilan des activités de cette flottille, par manque de données statistiques et on se référera aux flottilles de la France et de l'Espagne dont les activités sont comparables à celles des senneurs marocains.

4.5.13. Norvège

On citera la Norvège pour mémoire du fait que ce pays a mené en 1959 et 1960 des pêches exploratoires de thons tropicaux à la senne dans le golfe de Guinée. Les résultats de ces campagnes ayant été semble-t-il décevants, ces campagnes n'ont pas conduit à des pêches commerciales. Par ailleurs, la Norvège a eu un senneur en activité dans la zone en 1972 et 1973 avec une prise annuelle moyenne de seulement 400 tonnes.

4.5.14. Portugal

Outre ses pêcheries thonières de Madère et des Açores, situées hors de la zone d'étude, le Portugal a pratiqué la pêche des thonidés tropicaux dans la zone à partir de 1978. Le nombre de senneurs portugais en activité a ainsi varié de 1 à 3 unités. Toutes les statistiques de pêche afférentes à cette petite flottille sont de qualité médiocre, y compris celles du nombre de bateaux et des prises totales. On peut toutefois considérer que les zones de pêche et les espèces capturées sont comparables à celles de la flottille FIS à laquelle on pourra se référer (paragraphe 4.5.8.).

4.5.15. Sénégal

La pêcherie artisanale sénégalaise de pirogues a probablement capturé des thonidés depuis plusieurs siècles, surtout des petits thonidés et des voiliers. Elle est à l'heure actuelle très active et bien couverte par les statistiques de pêche.

La pêcherie thonière sénégalaise industrielle a débuté avec une flottille de canneurs congélateurs dès l'année 1965 (tableau 4.4), puis de petits senneurs à partir de 1969 (tableau 4.5). Après avoir manifesté une rapide expansion jusqu'en 1976, (atteignant 20 thoniers congélateurs en 1974), la flottille sénégalaise ne possède plus durant la période récente

qu'un nombre limité de thoniers (5 senneurs et 1 canneur glacier en 1983). La flottille thonière sénégalaise constitue avec les flottilles françaises et ivoiriennes une pêcherie dont les comportements, les zones de pêche et les espèces cibles sont homogènes. Tenant compte de cette homogénéité et pour les raisons évoquées au paragraphe 4.5.8, toutes les informations détaillées relatives à la flottille thonière sénégalaise ont été regroupées avec celle de la flottille française au sein de l'entité statistique FIS.

4.5.16. Sao Tomé-et-Principe

Sao Thome a déclaré à l'ICCAT des prises thonières de 100 à 300 tonnes par an pour la période 1980 à 1983 avec en moyenne 62 % d'albacore et 38 % de listao. On ignore le mode de pêche exact à l'origine de ces captures, mais il s'agit vraisemblablement de pêcheries artisanales (lignes) capturant des thons destinés à la consommation locale.

4.5.17. Espagne

4.5.17.1. Généralités

La flottille thonière espagnole a été présente dans la zone dès les origines de l'industrialisation de cette pêche. Bien que les statistiques de pêche historiques soient incomplètes, on sait de source sûre, en particulier par de nombreux articles parues dans la revue La pêche Maritime, que des canneurs espagnols ont été actifs dans le secteur s'étendant de la Mauritanie au cap des Trois Pointes de 1954 à 1965. Les essais de pêche à la senne par les espagnols ont aussi été parmi les premiers réalisés dans l'Atlantique, à partir de l'année 1962 (senneur Marinero), le premier senneur commercial étant ensuite en activité dès 1963. Les statistiques de pêche relatives à la flottille espagnole sont malheureusement médiocres jusqu'à une date récente. En effet on ne dispose jusqu'en 1978 que d'indications très générales sur l'effectif des flottilles, les zones de pêche et les captures. Il faut attendre 1979 pour disposer d'excellentes statistiques espagnoles et d'un échantillonnage intensif des tailles.

4.5.17.2. Bateaux et méthodes de pêche

a) Canneurs

Il s'agit de thoniers dont les activités sont très mal connues. Les prises de cette flottille sont publiées par l'ICCAT à partir de 1962. Diverses sources, Vincent Cuaz (1959) en particulier , indiquent toutefois formellement une activité de thoniers espagnols dans le secteur dès 1954. Les méthodes de pêche de ces bateaux semblent différentes selon l'origine géographique des unités : les thoniers canariens pratiquent la pêche à l'appât mort, ceux du pays basque, de beaucoup les plus nombreux, la pêche à l'appât vivant.

b) Senneurs

Les effectifs de la flottille espagnole par catégorie de jauge sont bien connus depuis l'origine de la flottille (tableau 4.5) grâce aux chiffres remis à l'ICCAT. Après un accroissement relativement lent de la flottille jusqu'en 1969 (7 senneurs), les effectifs des senneurs espagnols se développent ensuite fortement pour atteindre 50 unités, pour la plupart des grands senneurs, en 1984. Le tableau 4.37 donne le nombre de senneurs espagnols en activité dans la région par catégories de capacité de transport. La flottille espagnole est ainsi depuis 1978 la première flottille thonière de la région (et d'ailleurs de l'Atlantique).

Tableau 4.34

Nombre de palangriers japonais en activité dans l'Atlantique et pourcentage de l'effort exercé dans la zone de l'étude.

ANNEE	JAUGE			TOTAL	% EFFORT DANS LA ZONE
	-200	200-500	+500		
1956	-	-	-	5	0
1957	-	-	-	26	74
1958	-	-	-	51	48
1959	-	-	-	62	63
1960	-	-	-	88	72
1961	-	-	-	88	83
1962	0	80	26	106	51
1963	-	-	-	123	42
1964	21	123	38	182	29
1965	28	142	39	209	43
1966	20	103	33	156	38
1967	13	36	16	65	47
1968	10	37	24	71	33
1969	6	42	15	63	37
1970	8	70	14	92	16
1971	6	172	11	189	23
1972	3	192	10	205	32
1973	0	202	0	202	32
1974	0	221	1	222	9
1975	0	229	1	230	27
1976	0	146	0	146	11
1977	0	179	0	179	14
1978	0	216	0	216	14
1979	0	249	0	249	16
1980	0	300	0	300	28
1981	0	320	0	320	23
1982	0	269	0	269	48
1983	0	182	0	182	-

Tableau 4.35

Prises par espèce des palangriers japonais dans la zone de l'étude (en milliers d'individus).

ANNEE	GERMON	PATUDO	ALBA-CORE	ESPADON	MAKAIRE BLANC	MAKAIRE NOIR	VOILIER
1957	16.7	6.3	201.6	0.8	0.3	6.4	1.9
1958	17.4	10.3	384.2	1.0	0.6	3.3	1.3
1959	51.4	27.7	809.2	1.7	2.2	7.3	0.7
1960	53.5	47.0	900.3	2.2	0.7	5.0	4.2
1961	107.3	213.2	891.0	8.6	12.8	13.4	16.3
1962	164.4	240.8	568.6	10.2	26.2	14.7	16.2
1963	144.7	183.1	524.6	12.2	18.2	12.0	18.7
1964	308.6	150.0	443.7	10.3	12.5	7.9	18.0
1965	204.3	355.9	636.4	21.5	16.3	10.3	43.7
1966	27.4	101.2	168.1	9.3	4.9	3.9	9.6
1967	26.4	100.6	267.3	8.7	4.4	4.4	18.9
1968	27.3	110.6	171.8	7.4	2.2	2.9	21.9
1969	20.0	160.1	123.4	9.1	2.7	3.2	9.7
1970	7.6	68.9	57.1	5.9	1.2	1.7	4.9
1971	20.9	178.7	36.9	6.5	1.1	1.7	4.7
1972	9.0	214.2	40.5	7.4	1.4	1.1	3.4
1973	17.1	225.9	34.4	7.9	0.8	1.4	3.0
1974	13.0	86.2	11.3	3.7	0.3	0.3	0.6
1975	11.9	236.3	36.9	10.0	0.7	1.1	1.4
1976	1.9	48.4	5.4	2.3	0.2	0.1	0.1
1977	2.8	103.7	1.3	4.3	0.6	0.2	1.0
1978	4.9	108.4	4.7	6.0	0.6	0.2	0.5
1979	2.7	142.8	4.1	8.1	0.4	0.6	0.8
1980	3.2	233.5	22.2	23.9	9.8	1.5	1.5
1981	7.5	198.7	19.9	16.8	1.2	1.2	1.4
1982	13.2	337.2	42.1	32.8	1.4	2.5	2.8
1983	1.8	166.3	13.4	15.2	0.4	1.2	1.6

Tableau 4.36

Nombre de palangriers coréens (Corée + Panama) en activité dans l'Atlantique et pourcentage de l'effort exercé dans la zone de l'étude.

ANNEE	JAUGE				TOTAL	EFFORT DANS LA ZONE
	51-200 TX	201-500TX	+500 TX	INDETERM.		
1964	-	-	-	1	1	?
1965	-	-	-	9	9	?
1966	-	-	-	54	54	?
1967	-	-	-	56	56	?
1968	-	-	-	49	49	?
1969	11	36	10	0	57	?
1970	14	77	14	0	105	?
1971	11	92	14	0	117	?
1972	9	82	14	0	105	?
1973	8	84	14	24	130	?
1974	6	118	0	16	140	66
1975	8	110	0	12	130	63
1976	7	110	0	14	131	43
1977	5	136	0	14	155	50
1978	5	92	0	12	109	61
1979	2	64	0	10	76	43
1980	2	52	0	12	66	69
1981	2	54	0	6	62	54
1982	1	51	0	18	70	62
1983	0	52	0	18	70	-

Tableau 4.37

Nombre de senneurs espagnols en activité dans la zone de l'étude par catégorie de capacité de transport.

ANNEE	150t	150-300t	300-500t	500-900t	+900 t	TOTAL
1963	1	0	0	0	0	1
1964	1	1	0	0	0	2
1965	1	1	0	0	0	2
1966	1	1	0	0	0	2
1967	1	2	0	0	0	3
1968	2	3	1	0	0	6
1969	2	3	2	0	0	7
1970	2	3	4	1	0	10
1971	2	3	5	3	0	13
1972	3	3	7	4	0	17
1973	3	3	7	7	0	20
1974	2	2	8	9	1	22
1975	2	2	9	14	1	28
1976	1	2	9	19	2	33
1977	0	2	9	20	4	35
1978	0	2	9	22	6	39
1979	0	1	8	25	6	40
1980	0	2	7	25	6	40
1981	0	2	7	27	7	43
1982	0	2	6	26	12	46
1983	0	2	6	26	15	49

La méthode de pêche des senneurs espagnols se caractérise par l'association jusqu'en 1975, des senneurs avec des canneurs auxilliaires. Ces canneurs fixent les bancs de thons qui sont ensuite capturés à la senne (Pereiro et al., 1975). Cette association a disparu vers 1975 (Fernandez et Garcia Mamolar, 1980) par suite probablement de l'extension vers le large des zones de pêche. On note toutefois que dans le secteur de Dakar, les captures à la senne de bancs fixés par des canneurs français basés à Dakar restent fréquentes, tant pour les senneurs espagnols que pour les senneurs FIS.

4.5.17.3. Zones et saisons de pêche

a) Canneurs

Il n'existe pas de documentation publiée sur ce sujet. On sait toutefois de sources multiples qu'à partir de 1954 et jusqu'en 1965 un nombre variable de thoniers espagnols pratiquent des campagnes de pêche au thon tropical de novembre à janvier au large du Sénégal et de la Sierra Léone (Freetown).

b) Senneurs

L'évolution des zones et saisons de pêche des senneurs espagnols durant l'historique de cette pêcherie est rendue difficile du fait du petit nombre de livres de bord disponibles jusqu'en 1978. Toutefois, les observations de Fernandez et Garcia Mamolar (1980) décrivent globalement cette évolution :

"jusqu'en 1969 la flotte exploite, en groupe, durant toute l'année, les zones de Dakar à Freetown. De 1970 à 1974, la zone de pêche s'étend (saisonnièrement) dans le golfe de Guinée : au premier et quatrième trimestre dans le secteur d'Abidjan, le reste de l'année dans le secteur nord (Sénégal). A partir de 1975, la flottille exploite l'ensemble du golfe de Guinée, y compris les secteurs du large, de Pointe Noire et de l'Angola".

Ces zones de pêche sont restées relativement stables durant la période 1975 à 1983 : elles sont représentées à la figure 4.38.

4.5.17.4. Espèces

a) Canneurs

Les prises par espèces des canneurs espagnols n'ont été soumises à l'ICCAT que pour la période 1962 à 1965, alors que la pêcherie existe depuis 1954 ; il est toutefois possible d'estimer les prises de la période 1954 à 1961 à partir de diverses sources (La Pêche Maritime, importations de thons espagnols aux USA, communications personnelles de capitaines espagnols). Ces chiffres sont donnés aux tableaux 4.9 et 4.10. (Ces estimations peuvent trés significativement sous estimées). On note par ailleurs que la proportion de listao de cette flottille est sensiblement plus importante (56 % de listao en moyenne de 1962 à 1965) que celle des canneurs FIS opérant simultanément dans le même secteur (14 %). Cette différence, tient probablement à des raisons commerciales , la flottille de canneurs espagnols exportait son thon vers les USA, la flottille FIS vers la France.

b) Senneurs

Les captures par espèce des senneurs espagnols sont connues à partir du début de la pêcherie en 1962. Comme pour la pêcherie FIS; les captures spécifiques enregistrées dans les livres de bord sont en général sérieusement biaisées, et conduisent, entre autres biais, à sous estimer les captures de patudo. Des procédures ont donc été mises en oeuvre, comme

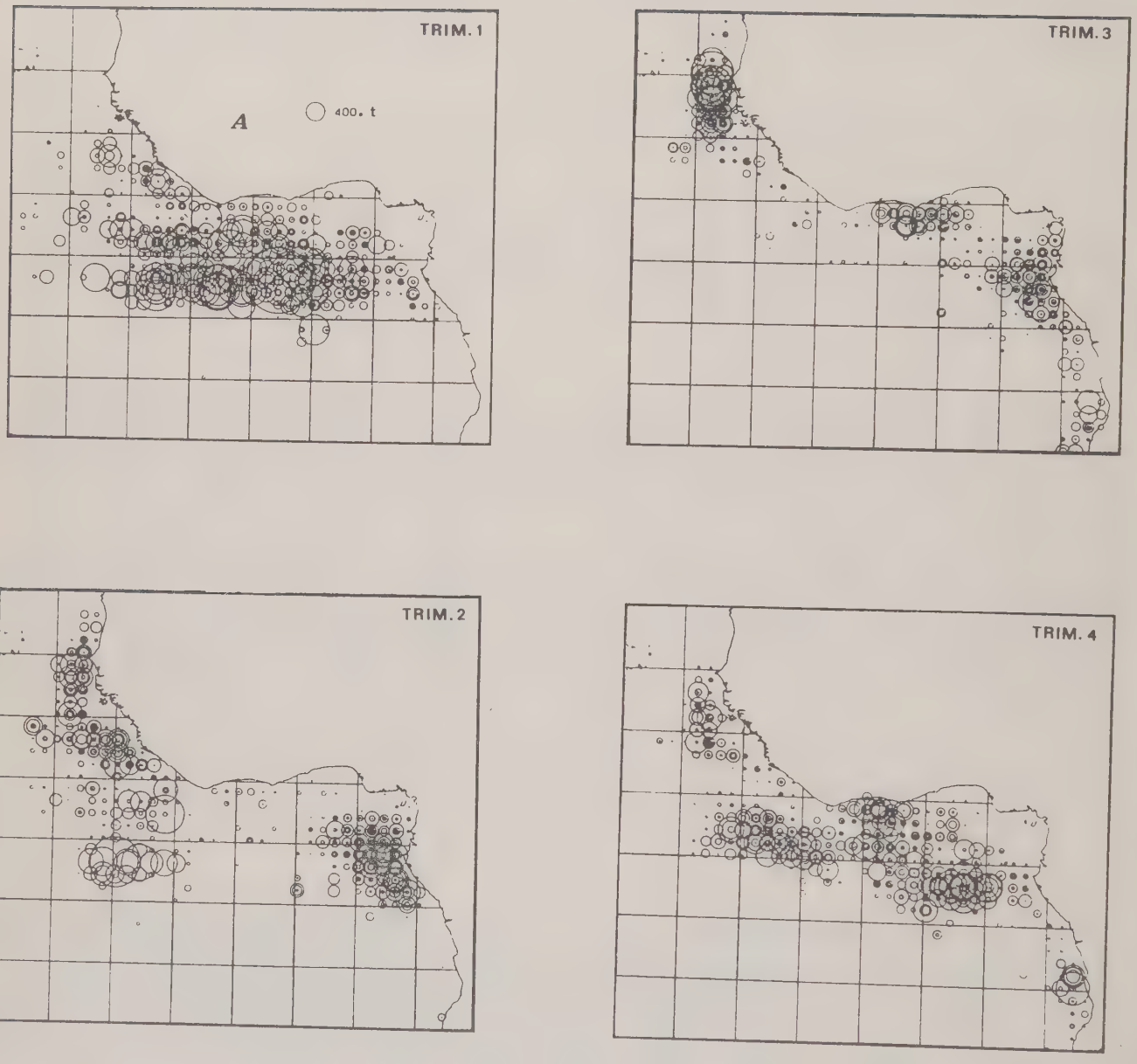


Figure 4.38.a Captures trimestrielles d'albacores par les senneurs espagnols, par carrés de 1^{o}; période 1975 à 1983, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

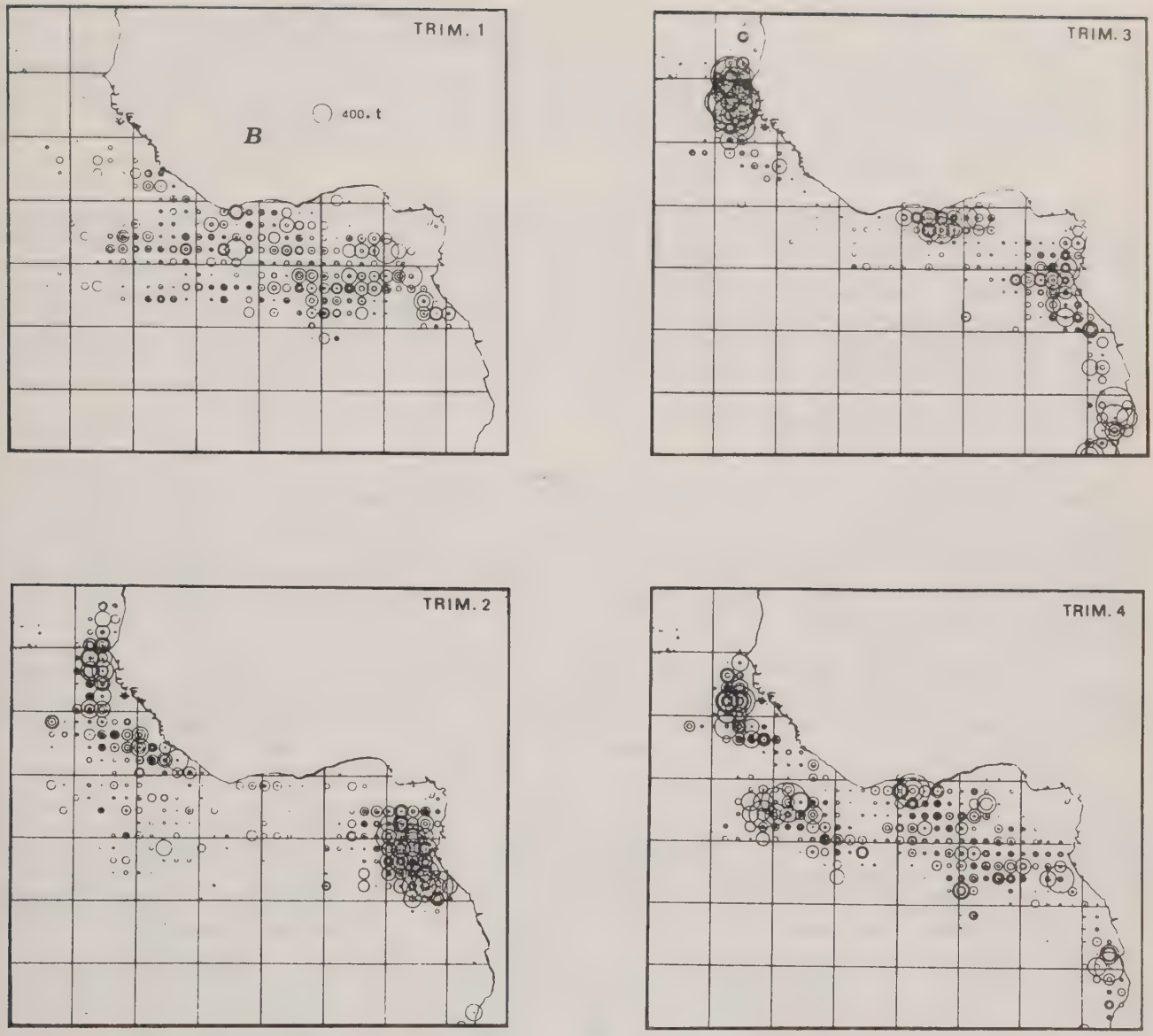


Figure 4.38.b Captures trimestrielles de listaos par les senneurs espagnols, par carré de 1^{o}; période 1975 à 1983, en tonnes (les prises observées chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

pour la flottille FIS , pour tenter d'obtenir des estimations non biaisées des captures spécifiques (Cayré, 1984). Ce sont ces estimations qui sont données aux tableaux 4.8, 4.11 et 4.13. On constate que la flottille espagnole a traditionnellement eu le listao comme espèce cible, beaucoup plus que les autres flottilles de senneurs, en particulier que les senneurs FIS. Cela se traduit par un pourcentage important de listao dans les prises de 1963 et 1980 : 61 % de listao de 1964 à 1969, alors que les senneurs FIS ne débarquaient que 17 % de listao durant la même période.

4.5.17.5. Tailles capturées

La flottille espagnole n'a fait l'objet d'un échantillonnage intensif des tailles capturées qu'à partir de 1979. Jusqu'à cette date, on admet que les tailles capturées sont voisines de celles des captures des senneurs FIS opérant simultanément dans les mêmes strates géographiques et temporelles. Les tailles capturées demeurent impossibles à connaître durant les périodes où les senneurs espagnols opèrent isolément, cas fréquent jusqu'à une date récente où les senneurs espagnols exploitaient seuls la zone nord.

4.5.17.6. Rendements

Les rendements de la flottille espagnole ne sont connus que pour les senneurs et à partir de 1978, date de la généralisation des livres de bord sur cette flottille. Diverses estimations sur les rendements des senneurs espagnols avant cette date ont été publiées par divers auteurs, en particulier par Fernandez (1977) et Fernandez et Mamolar (1980), mais ces rendements ne sont pas comparables à ceux de la période récente, et ne seront donc pas repris.

Les rendements des senneurs espagnols ont été estimés en divisant les prises par espèce déclarées par l'Espagne à l'ICCAT par des estimations des efforts espagnols standardisés calculées au CRODT à partir des livres de bord espagnols (selon une procédure identique à celle des senneurs FIS). Les rendements espagnols en albacore sont relativement stables de 1979 à 1983, à un niveau moyen égal à 4.2 tonnes/jour. Les rendements en albacore sont inférieurs à ceux des senneurs FIS jusqu'en 1980, et supérieurs à partir de 1981. Cette divergence des rendements FIS et espagnols a été analysée par Fonteneau (1986) et semble due à un changement de stratégie de pêche et d'espèce cible de la flottille FIS. Les rendements en listaos fluctuent sans tendance de 1978 à 1983 à un niveau moyen de 2.6 tonnes/jour. Ceux de patudos sont relativement faibles (comparés aux deux autres espèces),et oscillent entre 0.29 et 0.79 tonnes/jour (moyenne 1978-83 = 0.49 tonnes/jour). Ils sont toutefois bien supérieurs à ceux des senneurs FIS qui ne dépassent que rarement 0.2 tonnes/jour. Cette différence n'a été analysée par aucun auteur ; elle n'est probablement pas due à un problème d'échantillonnage du fait de l'homogénéité des systèmes FIS et espagnols.

4.5.18. U S A

4.5.18.1. Généralités

On notera pour mémoire que le premier senneur en activité commerciale dans le secteur a été un senneur américain, le May Queen. La flottille des USA est une flottille de grands senneurs originaires du Pacifique Est qui ont pratiqué une pêche saisonnière dans le golfe de Guinée entre 1967 et 1980. La plupart de ces thoniers pratiquaient durant le premier trimestre la pêche de l'albacore dans le Pacifique Est jusqu'à ce que le quota des prises fixé par l'IATTC ait été atteint : une partie des bateaux venait alors exploiter le golfe de Guinée jusqu'à la fin de l'année. Cette flottille a obtenu d'excellents rendements durant la période initiale, mais ceux-ci ont rapidement baissé, ce qui a vraisemblablement été à l'origine de la réduction de l'effort de pêche dès 1976, puis du départ complet de la

flottille en 1982 (de nombreux navires opérant alors plutôt dans le Pacifique Ouest). De bonnes statistiques de pêche permettent le suivi des activités de cette flottille durant toute sa phase d'opérations.

4.5.18.2. Bateaux et méthodes

La pêche de la flottille américaine est presque exclusivement le fait de grands senneurs (on gardera toutefois à l'esprit que 6 canneurs congélateurs américains ont opéré à partir du port de Téma en 1973). Ces grands senneurs sont du type classique décrit au paragraphe 4.2.2.

La première pêche réalisée par un senneur américain est probablement la plus ancienne d'un senneur dans l'Atlantique Est. En effet le May Queen petit senneur californien de 140 tonnes de capacité a réalisé ses premières pêches à la senne de fin 1960 à juin 1962 dans le golfe de Guinée. Il faut toutefois attendre 1967 pour revoir dans la zone les premières pêches commerciales américaines (3 senneurs). L'effectif de la flottille américaine ira croissant rapidement, puisque 24 bateaux participeront dès 1969 à la pêche dans le golfe de Guinée (tableau 4.5). La flottille ira en décroissant à partir de 1979 pour être totalement absente de la zone en 1983.

4.5.18.3. Zones et saisons de pêche

Les zones et saisons de pêche des senneurs américains sont bien connues grâce aux statistques de pêche remises à l'ICCAT. Les senneurs américains ont rapidement exploité toute la zone côtière de la Guinée à l'Angola (figure 4.39). Les principales saisons de pêche ont été celles du Cap des Trois Pointes au troisième trimestre et de l'Angola au quatrième trimestre. Les senneurs américains n'ont pratiquement jamais exploité les concentrations de gros albacores au premier trimestre, ni celles de listao situées au large du Sénégal.

4.5.18.4. Espèces capturées

Les tableaux 4.8, 4.11 et 4.13 donnent les prises annuelles déclarées par espèce par les USA. La composition spécifique est basée sur celle des livres de bord et n'a pas été corrigée pour supprimer les biais potentiels conduisant à sous estimer les prises de patudos. L'examen de ces tableaux révèle la forte variabilité interannuelle de la composition spécifique des prises américaines :

- certaines années les deux espèces principales , albacore et listao, sont en proportion équivalente (1970, 1972, 1976 à 1979).
- d'autres années, l'albacore est largement dominant (1968, 1969, 1975)) alors que d'autres encore, le listao est de loin l'espèce principale (1971, 1973, 1974, 1975). Ceci traduit une forte variabilité interannuelle des stratégies de pêche de la flottille des USA qui ont complètement changé d'espèce cible selon les années, probablement pour des motifs d'ordre économique.

4.5.18.5. Tailles capturées

L'échantillonnage des captures thonières des USA est réalisé à Puerto Rico lors de la mise en conserve des thons, et permet de suivre l'évolution des tailles capturées (on gardera toutefois à l'esprit que les taux d'échantillonnage sont parfois très faibles, donc peu significatifs). On note en général une forte variabilité interannuelle des tailles des albacores débarqués (tableau 4.24); cette variabilité est probablement à mettre en relation avec les changements d'espèces cibles et de stratégies de pêche d'une année à l'autre.

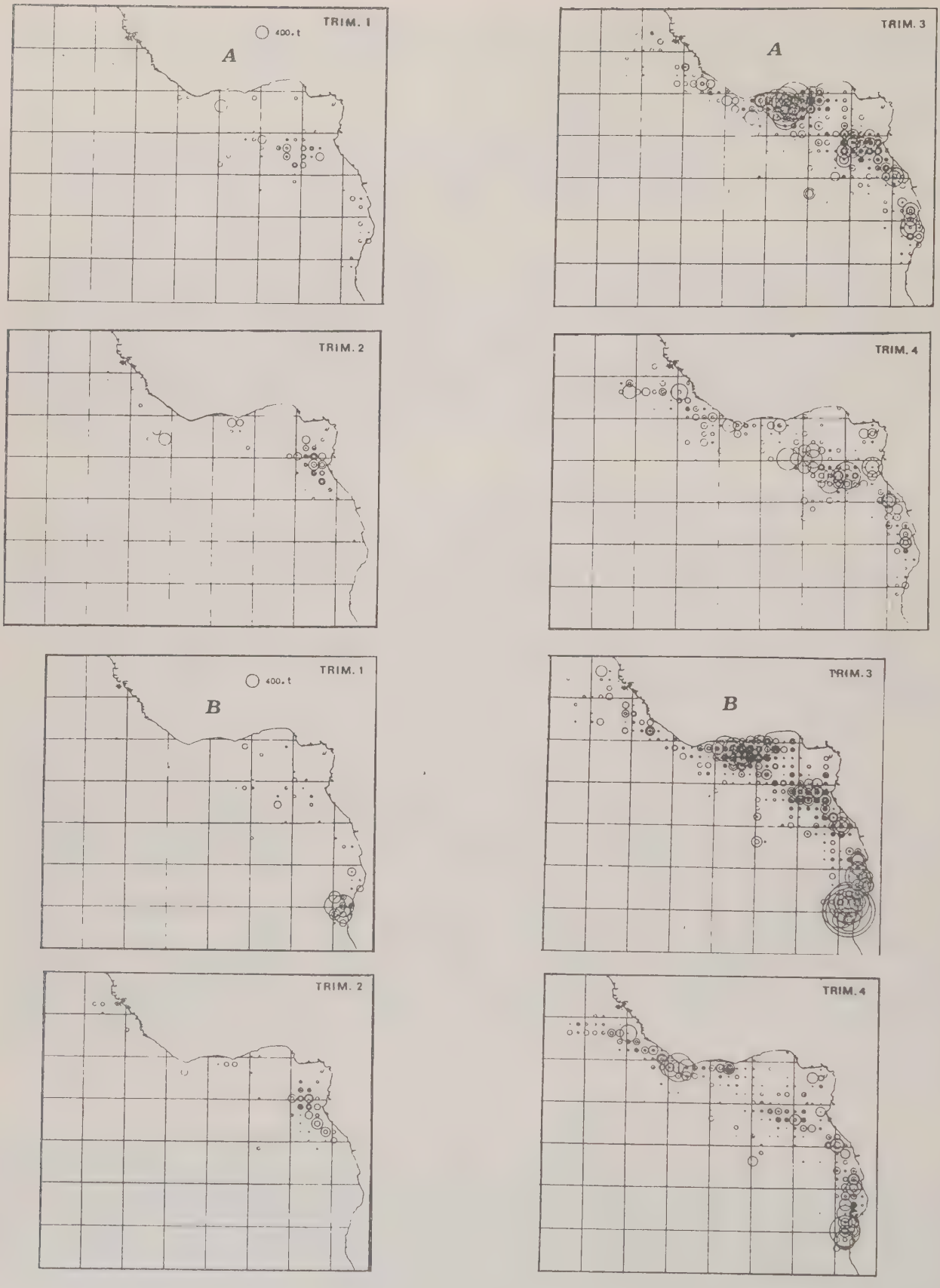


Figure 4.39 Captures trimestrielles d'albacores (a) et de listaos (b) par les senneurs des USA, par carrés de 1^{o}, période 1969 à 1980, en tonnes (les prises observees chaque année sont superposées dans les secteurs de 1^{o}).

4.5.18.6. Rendements

Les rendements des senneurs américains sont connus avec précision pendant toute la durée d'activité de la pêcherie. Les rendements en albacore sont très variables selon les années. La moyenne générale de 1969 à 1981 est de 3.1 tonnes/jour. Les rendements sont très élevés durant les 3 premières années (14.0 tonnes/jour de 1967 à 1969) mais sont inférieurs à ceux des senneurs FIS durant la période 1970-1981 ; 3.5 tonnes/jour pour les grands senneurs américains et 4.8 tonnes/jour pour les grands senneurs FIS. (La pêche des senneurs américains n'a lieu significativement que durant le deuxième semestre). Les rendements en listaos sont très fluctuants de 2 à 17 tonnes/jour et sans tendance apparente, le rendement moyen de la période 1967 à 1981 étant de 5.8 tonnes/jour. Ce rendement est très supérieur à celui de la flottille FIS qui n'est que de 2.0 tonnes/jour de 1969 à 1981. Les rendements en patudos sont très variables de 0 à 0.5 tonnes/jour, sans tendance apparente et faibles en moyenne (0.18 tonnes/jour), à un niveau voisin de ceux des autres flottilles de senneurs.

4.5.19. U.R.S.S.

4.5.19.1. Généralités

Les flottilles thonières de l'URSS comprennent des palangriers, des senneurs et des engins de surface non identifiés. Les informations qualitatives et statistiques relatives à ces diverses flottilles sont malheureusement très médiocres et incomplètes : on ignore tout en particulier des méthodes, des zones de pêche, du nombre et des caractéristiques des bateaux. La composition spécifique des prises apparait elle aussi souvent douteuse, ainsi que les mensurations disponibles. On ne peut donc faire qu'un bilan sommaire des quelques chiffres officiels remis à l'ICCAT.

4.5.19.2. Bateaux et méthodes de pêche

Aucun bilan des flottilles en activité, ni aucune analyse des méthodes de pêche, n'ont été présentées à l'ICCAT. Il semble toutefois que les palangriers et les senneurs de l'URSS appartiennent les premiers au type japonais et les deuxièmes au type américain classique. L'évolution de l'effectif des flottilles est inconnue. Les fortes prises déclarées par des moyens "de surface" sont obtenues par des méthodes non identifiées ; il s'agirait peut-être de lignes de traîne, mises en oeuvre à partir de flottilles autres que thonières, probablement de chalutiers. Certaines années (1970, 1971, 1973, 1974, 1975) les fortes prises d'albacore déclarées pour un engin "inconnu" sont le fait de palangriers.

4.5.19.3. Zones et saisons de pêche

Les zones de pêche déclarées ne sont pas représentées, car divers critères permettent de considérer que les zones et saisons de pêche déclarées à l'ICCAT sont très peu vraisemblables.

4.5.19.4. Espèces capturées

La composition spécifique des prises déclarées par l'URSS semble très peu vraisemblable si on la compare à celle des autres pays. Les prises par espèce déclarées à l'ICCAT par l'URSS sont toutefois incorporés aux tableaux des prises par espèce.

4.5.19.5. Tailles capturées

Très peu d'échantillons de taille ont été soumis à l'ICCAT. Ceux-ci semblent souvent ne pas être représentatifs des débarquements.

4.5.20. Yougoslavie

On citera pour mémoire la Yougoslavie qui a eu un senneur en activité dans le golfe de Guinée en 1967. Les prises n'ont pas été déclarées à l'ICCAT, mais on sait que plus de 500 tonnes ont été débarquées à Abidjan par ce senneur (Caverivière, 1974).

4.5.21. Autres pays

Un certain nombre de pays non décrits précédemment ont pratiqué la pêche thonière dans le secteur . Il s'agit souvent de pays qui ne remettent pas de statistiques à l'ICCAT. Parmi ces pays on pourra citer : le Grand Cayman, les Antilles néerlandaises, le Mexique. Les scientifiques de l'ICCAT tentent en général d'estimer les captures par espèce de ces diverses flottilles à partir de diverses sources de renseignements (livres de bord, données de commercialisation). Ces estimations sont ensuite incorporées dans les tableaux statistiques en dépit de leur notable imprécision.

4.6. CONCLUSION

L'historique des pêcheries thonières qui ont opéré dans l'Atlantique Est tropical s'avère relativement complet et simple à reconstituer. En effet, les informations statistiques sont, pour la plupart des grandes flottilles, complètes et entièrement disponibles par l'intermédiaire de l'ICCAT, commission qui regroupe tous les grands pays pêcheurs de la région. Il s'agit là d'une situation extrêmement favorable, et très peu de zones géographiques au monde peuvent être aussi bien suivies sur le plan des statistiques de pêche thonière, et ceci depuis l'origine des pêcheries industrielles. La principale difficulté à résoudre dans ce type de bilan est constituée en fait par le volume excessif et l'hétérogénéité des informations statistiques publiées ainsi que par la multiplicité des sources d'information. Il demeure à la fin de ce bilan un certain nombre de "zones d'ombre", pour lesquelles les informations sont soit absentes, soit incomplètes ou erronnées. Ceci est le cas pour de nombreuses pêcheries artisanales et pour quelques flottilles industrielles (débuts de la pêcherie espagnole, URSS, pavillons de complaisance). Malgré ces problèmes on peut globalement considérer que l'évolution de la pêche thonière dans la région est correctement suivie depuis son origine, tant en ce qui concerne le volume des captures par espèce et par taille , que l'importance des engins de pêche mis en oeuvre et les zones de pêche exploitées.

5. LES MIGRATIONS

par

F.X. Bard, P. Cayre et T. Diouf

5.1. GENERALITES ET METHODES D'ETUDE DES MIGRATIONS

5.1.1. Introduction : Définition et intérêt des études sur les migrations.

Les thons sont fréquemment cités comme exemple de poissons migrateurs. On sait en effet depuis longtemps que certains d'entre eux effectuent des déplacements importants, qui peuvent même amener certaines espèces (thon rouge, germon) à traverser les océans. Il convient de préciser maintenant le sens restrictif que nous donnerons ici au terme très général de migration, terme qui peut normalement désigner n'importe quel mouvement. Par le terme "migration" nous signifierons dans ce chapitre qu'il s'agit de mouvements horizontaux accomplis avec une périodicité régulière par une fraction importante des individus d'un stock ou d'une population de thons.

L'étude des migrations consiste d'une part à déterminer les chemins migratoires , les époques de migrations et la périodicité de celles-ci, et d'autre part à essayer de comprendre le déterminisme de ces migrations et les facteurs, liés au milieu ou à la biologie des espèces, qui les provoquent.

On peut attendre des études de migrations des informations sur :
- l'identité des stocks
- l'intensité des flux de poissons qui passent périodiquement à travers une région et les échanges entre régions
- les saisons d'arrivée et de départ des poissons dans ces régions.

Ces informations sont importantes à connaître pour appréhender l'évaluation des stocks.

5.1.2. Méthodes

Diverses méthodes sont utilisées pour déterminer les migrations et tenter de les expliquer. Ces méthodes peuvent être classées en deux types selon qu'elles permettent une observation objective directe des déplacements ou qu'elles permettent par analyse de différents facteurs liés à la biologie et à l'exploitation des espèces de déduire indirectement leurs migrations.

5.1.2.1. Méthodes directes : les marquages.

Il n'existe pas encore de méthode permettant de suivre en temps réel les déplacements des thons à l'échelle de l'océan et sur une longue durée (mois, années); cette méthode idéale est cependant à l'étude (Hunter et al., 1986) et ferait intervenir d'importants moyens technologiques (marques émettrices ou enregistreuses, satellites...).

La seule méthode directe d'évaluation des migrations, actuellement très largement utilisée, est celle consistant à marquer individuellement les poissons. Les thons de l'Atlantique (albacore, listao et patudo) ont été marqués individuellement à l'aide d'une marque en plastique souple en forme de spaghetti et terminée par une pointe en forme de harpon. Cette

marque dite "marque à dard" est insérée dans les muscles dorsaux des thons; la majeure partie, de couleur vive, porte les indications nécessaires à son identification et dépasse largement du dos du poisson. Quand le poisson marqué est recapturé par un bateau de pêche, le lieu et la date de recapture sont soigneusement notés ; par comparaison des lieux et date de marquage avec ceux concernant la recapture, on connait au moins la distance minimale rectiligne parcourue par ce poisson et le temps qu'il a mis à la parcourir. Il est bien évident que le chemin réellement parcouru par le poisson entre les lieux de marquage et de recapture reste inconnu ; cependant si les marquages sont effectués en nombres importants au cours de multiples opérations bien disséminées dans le temps et dans l'espace, et si par ailleurs il existe des pêcheries actives susceptibles de recapturer les poissons marqués sur une grande région de l'océan et à toute époque, on pourra avoir une bonne idée sur le détail des migrations de l'espèce (parcours, saisons, périodicité).

La grande limitation de l'analyse des recaptures de poissons marqués tient en fait à la méthode du marquage elle-même, à savoir qu'un poisson marqué n'a d'intérêt que s'il a une chance d'être recapturé. La probabilité de recapture d'un thon marqué est donc directement liée à l'intensité de l'effort de pêche déployé par les thoniers dans les différentes zones où ce poisson va passer. Différentes méthodes ont été utilisées pour analyser les recaptures de poissons marqués en fonction de l'effort de pêche ou pour comparer globalement les captures de poissons marqués et celles de poissons non marqués (Cayré et al., 1986), afin de mieux comprendre et interpréter les résultats des marquages.

D'autres difficultés plus matérielles liées soit au marquage des poissons, soit à leur recapture, existent :

- il est difficile et donc rare de pouvoir marquer des thons d'un poids supérieur à 15 kg environ,
- les recaptures de poissons marqués dans un délais supérieur à un an sont rares chez les thonidés tropicaux du fait de la forte mortalité de ces espèces,
- les informations sur les poissons recapturés (date, lieu...) sont souvent incomplètes.

Ces difficultés rendent souvent difficile l'analyse des migrations des poissons les plus âgés. C'est pourquoi l'étude des migrations fait aussi appel à des méthodes indirectes.

5.1.2.2. Méthodes indirectes

De nombreuses méthodes indirectes permettent de faire une première évaluation des migrations. La première et la plus usuelle consistera à analyser les données de pêche pour identifier les variations saisonnières d'abondance des individus dans diverses zones . D'autres méthodes basées sur les caractéristiques connues de la biologie des espèces permettront dans certains cas de comprendre pourquoi et comment les individus se déplacent et se rassemblent en certains lieux; ces méthodes peuvent être basées sur les caractéristiques anatomiques, génétiques ou parasitaires des espèces.

Analyse des données de pêche

Si la pêcherie est active dans une très vaste zone et exploite toutes les tailles, on peut d'après la répartition spatio-temporelle des captures par taille ou par âge, esquisser les grands traits de la migration des espèces capturées. Il faut noter toutefois que les variations de capturabilité des espèces étudiées peuvent biaiser les résultats issus de ce simple examen des pêcheries:

- la taille des individus capturés est dans le cas des thons fonction de l'engin de pêche utilisé (canne, senne ou palangre)

- même présents dans un lieu donné, les thons ne sont pas toujours vulnérables aux engins de pêche, ceci pour des raisons diverses liées au comportement des espèces.

Ces biais potentiels devront donc être gardés à l'esprit lorsque l'on employera cette méthode, même s'ils peuvent être réduits par l'utilisation de données moyennes pluriannuelles.

Données biologiques

Si l'on dispose de données importantes sur certains aspects fondamentaux de la biologie des espèces tels que la reproduction ou la nutrition, celles-ci peuvent aider à comprendre certains schémas migratoires déduits de l'utilisation d'autres méthodes.

5.1.2.3 Autres méthodes

Diverses autres méthodes peuvent aider à l'étude des migrations; ces méthodes tendent toutes à essayer d'identifier les individus et leur origine à partir de différents critères que nous évoquerons succinctement.

Les analyses de sang, de sérum ou d'autres protéines par les techniques électrophorétiques et immunogénétiques ont été utilisés fréquemment avec des succès divers. Elles tendent à mettre en évidence l'existence de groupes génétiques plus ou moins distincts dans les populations et à estimer les mélanges qui se produisent selon les lieux considérés.

L'analyse chimique des os semble être une méthode prometteuse qui pourrait permettre d'identifier dans certains cas le lieu de naissance des individus ou leur provenance. Cette méthode est actuellement en cours d'élaboration et testée sur le thon rouge; elle permettrait de bien distinguer les individus nés dans le golfe du Mexique de ceux nés en Méditerranée.

Les analyses biométriques qui consistent à comparer la taille de différentes parties du corps des individus sont également susceptibles d'apporter certaines indications sur l'origine des individus et les mélanges de groupes aux caractéristiques différentes.

Certains parasites qui infestent les thons (paragraphe 6) pourraient théoriquement être utilisés comme marqueurs naturels caractéristiques d'une zone donnée. Malheureusement pour que ce type de méthode soit réellement utilisable pour l'étude des migrations, il faudrait que le cycle et la biologie complète de ces parasites soient connus, ce qui n'est pas le cas pour la plupart de ceux infestant les thons ; ceci explique le caractère partiel et peu fiable de ce type de méthode à l'heure actuelle.

5.1.3. Conclusion

Aucune méthode directe où indirecte n'est capable de résoudre seule le problème des migrations des thons. C'est donc par l'utilisation conjointe de ces méthodes et en comparant leurs résultats que l'on pourra déterminer, et comprendre au moins partiellement les migrations. La démarche la plus logique consistera donc à examiner tout d'abord les données de pêche, puis à analyser les données de marquages, et enfin à confronter les résultats obtenus avec ce que l'on sait de la biologie des espèces et avec les indications éventuellement fournies par les autres méthodes indirectes que nous avons évoquées (génétique, analyses biochimiques, parasites).

5.2 MIGRATIONS DES THONIDES MAJEURS (albacore,listao et patudo)

5.2.1 Migrations de l'albacore

5.2.1.1 Généralités

L'albacore est un thon qui peut atteindre des tailles importantes (180 kg) et dont la croissance est rapide. Son habitat varie selon les différentes phases de développement, en raison des modifications des capacités hydrodynamiques et hydrostatiques qui interviennent au cours de la croissance (Magnuson, 1973).

Plusieurs engins de pêche, la canne, la senne puis la palangre l'exploitent successivement selon sa taille. Les engins de surface (canne et senne) capturent fréquemment en certains lieux ou à certaines saisons des quantités importantes de jeunes albacores qui vivent en bancs, souvent mélangés avec des listaos et de jeunes patudos. La cible préférentielle des senneurs reste cependant les gros albacores qu'ils capturent dans toute la zone étudiée. Les palangriers ne capturent que de gros poissons parmi lesquels de nombreux albacores qui sont pris dans une zone comprise entre 20° nord et 15° sud, à travers tout l'Atlantique. De petites pêcheries (Cap-Vert, Canaries, Madère, Açores) utilisant des engins tels que la canne ou la ligne à main, capturent aussi, mais en quantités modérées, des albacores de tailles moyennes et grosses.

Les différentes techniques ou stratégies de pêche ont des effets bien visibles sur les fréquences de taille des albacores pêchés; les petits albacores (35 à 65 cm) sont capturés par les canneurs et les senneurs et les grands albacores (taille supérieure à 110 cm) essentiellement par les senneurs et par les palangriers. Les albacores de taille moyenne (65 - 110 cm) sont moins fréquents tant dans les captures des canneurs que dans celles des senneurs.

Au plan biologique la croissance de l'albacore passe par deux phases : une croissance assez lente jusqu'à 65 cm environ, et une croissance plus rapide au delà de cette taille (chapitre 6). Par ailleurs, l'espèce atteint sa maturité sexuelle à une taille de 110 cm.

Ceci conduit à scinder l'étude des migrations de l'albacore selon ces trois catégories de tailles :

. Albacores juvéniles de 5 à 65 cm, avec deux stades pré et post recrutés séparés à environ 35 cm.

. Albacores préadultes de 65 à 110 cm.

. Albacores adultes de 110 à 170 cm.

On abordera successivement pour chacune de ces trois phases, la distribution géographique des captures effectuées par les senneurs FIS et espagnols, les résultats des marquages et enfin les données biologiques.

Les marquages qui sont un instrument essentiel de l'étude des migrations ne peuvent pas toujours être rapportés à ce classement des albacores en fonction de leur taille, soit faute d'information sur la longueur à la recapture (cas assez fréquent), soit parce qu'en grandissant les individus passent d'une catégorie à l'autre. Il est donc utile de présenter déjà une carte de l'ensemble des trajets migratoires bruts enregistrés de 1970 à 1984 quelle que soit la taille des albacores (figure 5.1).

On constate que les migrations s'étendent globablement de l'Angola aux Canaries, sans dépasser la longitude 25° nord. L'examen des distances parcourues en fonction des temps de liberté (tableau 5.1) fait apparaître des déplacements plutôt lents à une vitesse moyenne de 1,74 milles par jour et relativement peu de déplacements à longue distance.(Comme nous le verrons, ceci contraste avec le listao et le patudo).

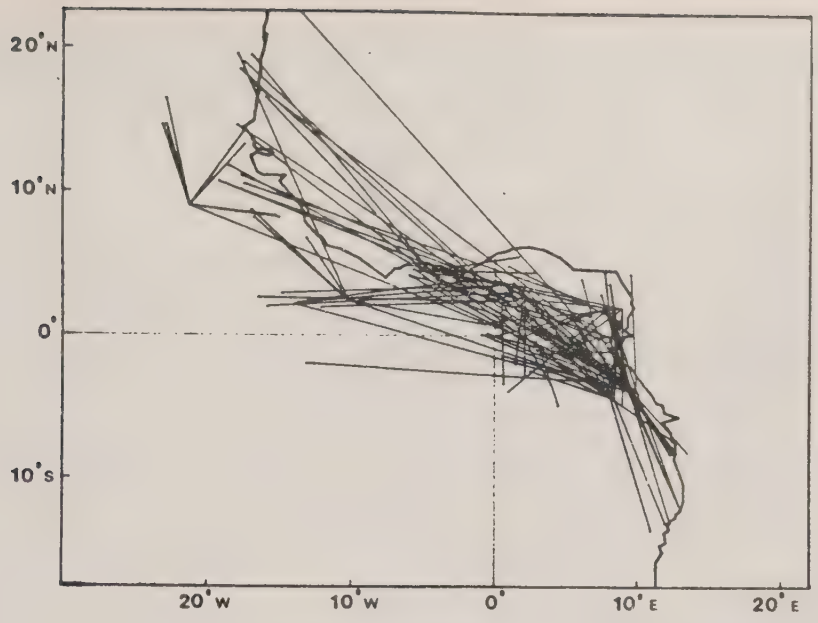


Figure 5.1 Trajets migratoires bruts de l'ensemble des albacores marqués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 300 milles en ligne droite pour des temps à la mer de plus de 30 jours.

DISTANCE	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	>1000
TEMPS											
1-3 mois	297	104	30	19	13	8	3	1	3		4
4-6 mois	34	56	16	22	4	11	4	1	1	3	3
7-9 mois	7	15	7	7	4	3	2	1		2	4
10-12 mois	9	6	6	4	5	1				1	3
13-15 mois	11	15	3	5	2	1			1		3
16-18 mois	9	3	1	3	1	4				1	3
19-21 mois	1			1							
22-24 mois		2	1								
25-27 mois			1								
28-30 mois			2	1							
+30 mois			1								

Tableau 5.1

Distances parcourues par les albacores marqués par classes de 100 milles, en fonction du temps de liberté (en classes de trois mois). La vitesse moyenne brute de déplacement est de 1,74 milles par jour et le coefficient de dispersion correspondant de 2831 milles^2 par jour.

Nombre d'albacores marqués à l'origine = env. 13000
Nombre de recaptures = 800

ZONE	ANNEE	NOMBRE MARQUE	NOMBRE RECAPTURE	%
	70-73	700	2	0.29
atlantique	1978	120	9	7.50
tropical	1979	74	7	9.46
nord	1980	229	6	2.62
	1981	4063	226	5.56
	1982	7345	1657	22.56
	1971	787	5	0.64
	1972	508	27	5.31
	1973	123	5	4.07
atlantique	1974	88	13	14.77
équatorial	1975	103	1	0.97
	1980	6485	359	5.53
	1981	8958	752	8.39
	1982	170	6	3.53
	1983	35	0	0.00
	1984	1250	91	7.28
atlantique	1980	437	110	2.58
subtropical	1981	712	115	16.15
nord	1982	1921	285	14.84

Tableau 5.2

Marquages et recaptures de listao en Atlantique Est. (d'après Bard, 1983; Cayré, 1985; Gong et Lee, 1983; et Santos, 1982).

La taille des albacores marqués va de 35 à 130 cm, avec une grande majorité de poissons juvéniles dont la taille est comprise entre 35 à 70 cm. Au total près de 13000 albacores ont été marqués et 975 recaptures enregistrées à ce jour (Cayré et al., 1974 ; Fonteneau, 1982 ; Bard et Amon Kothias, 1986).

5.2.1.2 Migrations des juvéniles

Les pêches de très petits albacores (<35 cm) sont rares, car aucun engin de pêche spécifique ne s'y intéresse. Toutefois Albaret et al., (1976) citent diverses pêches occasionnelles de petits albacores de moins de 35 cm effectuées par des canneurs, dans le fond du golfe de Guinée, et ce, pendant la majeure partie de l'année. Cette zone correspondrait donc à une nourricerie particulière aux albacores de l'Atlantique Est. Dans les zones du large, il n'y a aucune capture de ces petits poissons, bien que la zone équatoriale depuis le fond du golfe de Guinée jusqu'à 25° ouest soit la zone de ponte principale des albacores en Atlantique Est (paragraphe 6.1). Il y a donc probablement une migration de ces très petits albacores de l'ouest vers l'est, mais on ignore le détail de ces déplacements.

La distribution géographique des albacores juvéniles recrutés dans les pêcheries et mesurant entre 35 cm et 65 cm est bien connue. Ces juvéniles sont capturés en grande quantité en Atlantique Est, par les senneurs et les canneurs. Cependant les lieux de pêche des canneurs sont restreints, tandis que ceux des senneurs s'étendent sur toute la région. Les captures des senneurs sont donc de meilleurs indicateurs de la distribution réelle de ces individus.

La figure 5.2 montre la distribution moyenne mensuelle des captures de juvéniles faites par les senneurs de 1979 à 1983 (cartographie réalisée à partir des échantillonnages spécifiques au débarquement, donc exempts des biais sur la composition spécifique).On constate ainsi la présence plus ou moins permanente de ces juvéniles dans les secteurs côtiers, mais parfois aussi au large, le long de l'équateur, et dans la zone à l'ouest du Libéria. Cette distribution est très semblable à celle des listaos de même taille et fait apparaitre en particulier des périodes et des lieux précis de concentration des captures: au cap Lopez de mai à septembre, au large du Libéria en novembre-décembre, dans le fond du golfe de Guinée en janvier.

Ces albacores juvéniles ont fait l'objet d'une pêche importante quand les pêcheries de canneurs, basés surtout à Dakar, Abidjan et Pointe-Noire étaient encore actives. Cela a permis à certains auteurs d'examiner très tôt la distribution spatio-temporelle des captures de jeunes albacores (Postel, 1969 ; Zharov, 1967). Champagnat (1974) a proposé un modèle de migration partiel faisant état d'un passage de jeunes albacores le long des accores du plateau continental depuis la côte d'Ivoire jusqu'à la Mauritanie.

Fonteneau (1982) a analysé de façon synthétique les fréquences de taille des captures d'albacores des senneurs et des canneurs FIS de 1969 à 1977. Il a pu ainsi mettre en évidence les structures de tailles des secteurs de Dakar, Abidjan et Pointe-Noire. Sa conclusion fait apparaître un recrutement synchrone des jeunes albacores dans les trois secteurs, puis un certain isolement des trois groupes ainsi consitutés jusqu'à une taille de 50 cm. Le groupe le plus important dit "groupe de Pointe Noire" serait celui de l'intérieur du golfe de Guinée (entre le cap Lopez et le cap des Trois Pointes). Au-delà d'une taille de 50 cm, il existerait des échanges mais assez peu fréquents, entre ces trois groupes d'individus.

La facilité de capture des jeunes albacore à la canne a permis de nombreux marquages d'individus juvéniles entre 1971 et 1984. L'essentiel des lieux de marquage se situe dans la partie interne du golfe de Guinée.

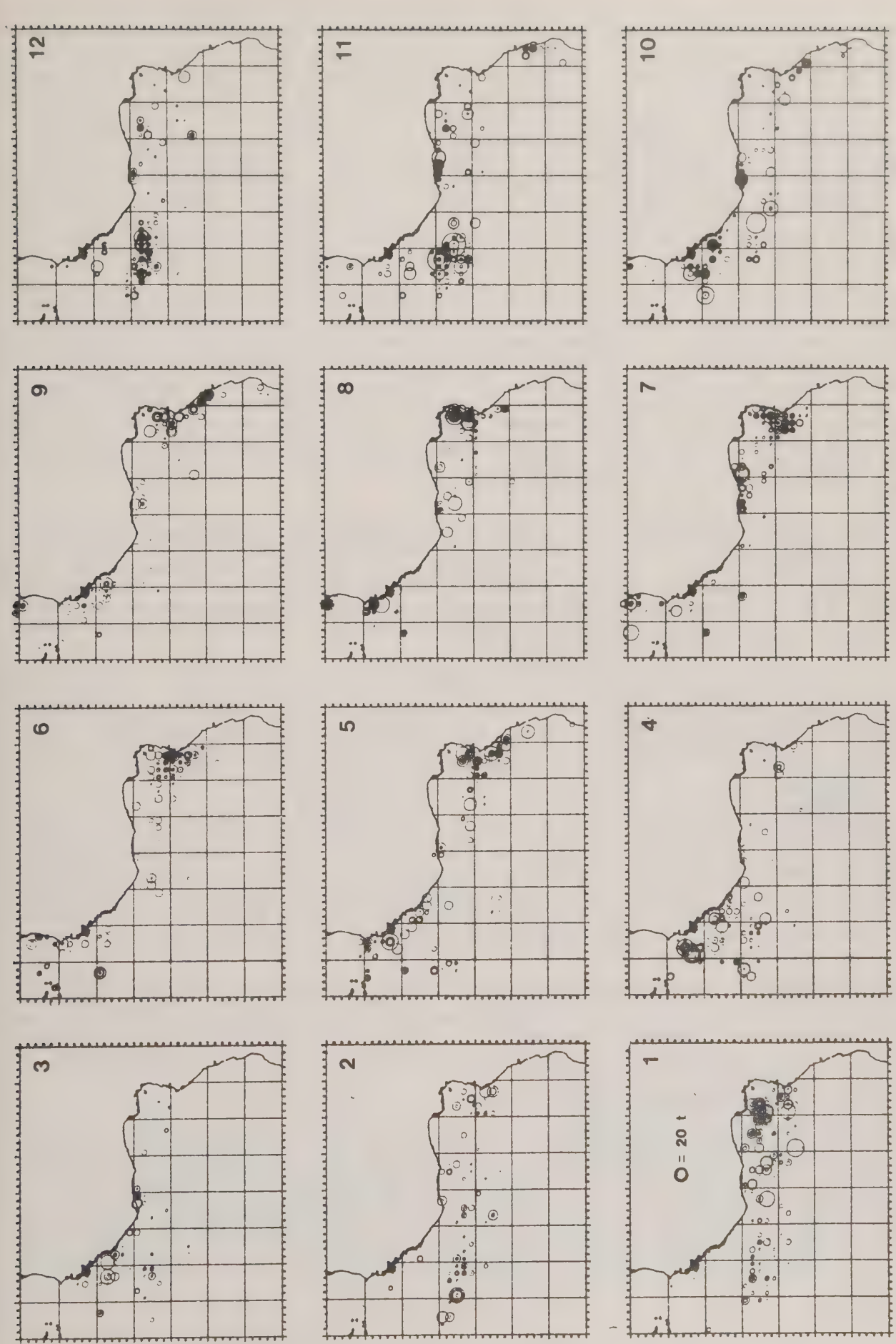


Figure 5.2 Répartition géographique mensuelle des captures d'albacores juvéniles (moins de 65 cm) d'après les échantillons recueillis sur les senneurs FIS et espagnols, de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

La figure 5.3 montre les trajets migratoires des juvéniles marqués et recapturés au cours de la période 1971-1978, lorsque l'effort de pêche s'exerçait essentiellement dans les secteurs côtiers. On constate une majorité de mouvements dans le fond du golfe de Guinée, mais aussi quelques migrations importantes à grande distance vers le Sénégal et même les Canaries. Cayré et al. (1974) utilisant les résultats des marquages effectués de 1971 à 1974 concluaient à une certaine indépendance des albacores de la zone du cap Lopez; ceux-ci auraient effectué des déplacements saisonniers nord-sud le long des côtes du Gabon à l'Angola. Les recaptures à longue distance observées depuis tempèrent cette conclusion. Il est intéressant à cet effet d'examiner les résultats des marquages effectués de 1980 à 1984 alors que l'effort de pêche était nettement plus important et qu'il s'étendait à la zone du large.

On peut analyser les recaptures de juvéniles en les séparant en deux classes de tailles (plus ou moins de 50 cm à la recapture) afin de comparer les résultats avec les conclusions de Fonteneau (1982) (figures 5.4 et 5.5). On constate la reprise en grand nombre d'albacores de moins de 50 cm entre le cap Lopez et le cap des Trois Pointes, ce qui confirme l'hypothèse d'une population assez sédentaire d'albacores juvéniles dans la partie interne du golfe de Guinée (figure 5.4). Des passages au-delà du secteur d'Abidjan sont aussi observés et les individus peuvent alors migrer jusqu'à la zone de pêche du Sénégal ou dans la zone équatoriale, et ceci même à des tailles aussi petites que 50 cm.

Pour les albacores de 50 à 65 cm, le schéma se modifie progressivement; il existe une certaine sédentarité dans le golfe de Guinée, mais des migrations à longues distances sont aussi observées. Elles se font plutôt le long de la côte selon un axe du sud-est vers le nord-ouest (figure 5.5). Il apparait alors vraisemblable que ces migrations mettent en relation les secteurs de pêche du Sénégal, du golfe de Guinée et de la zone angolaise, selon un rythme saisonnier.

L'étude des parasites des albacores juvéniles des trois secteurs (Baudin-Laurencin, 1971; Lardeux, 1982) montre un isolement des individus de 55 à 80 cm entre le secteur de Dakar et le fond du golfe de Guinée; ceci semble cohérent avec les conclusions des marquages et des analyses de taille.

En conclusion, les albacores pendant leur phase juvénile (entre 35 et 65 cm) semblent être modérément migrateurs. La tendance à la migration s'accroît avec la taille, surtout au-delà de 50 cm. Si la majorité de ces poissons demeure dans les secteurs côtiers du golfe de Guinée, il existe des possibilités de passage entre les différents secteurs côtiers depuis les eaux angolaises jusqu'à celles du Sénégal et des Canaries, avec une tendance assez nette à une migration orientée du sud-est vers le nord-ouest, le long des côtes d'Afrique.

Des analyses supplémentaires à partir des distributions des fréquences de taille et des retours de poissons marqués en fonction des efforts de pêche, pourraient préciser ces migrations qui présentent de remarquables similitudes avec celles des listaos de tailles voisines (paragraphe 5.3).

5.2.1.3 Migrations des préadultes.

Les albacores préadultes de 65 à 110 cm sont relativement peu représentés dans les captures des canneurs et des senneurs en Atlantique Est. Cette rareté des albacores de taille moyenne pourrait être liée à un problème de vulnérabilité aux sennes. Il est possible en effet que ces poissons ne forment que de petits bancs, ne justifiant pas un effort de pêche spécifique des senneurs. Les canneurs de Tema ont un gréement trop fin pour capturer cette taille de poisson, toutefois les canneurs de Dakar

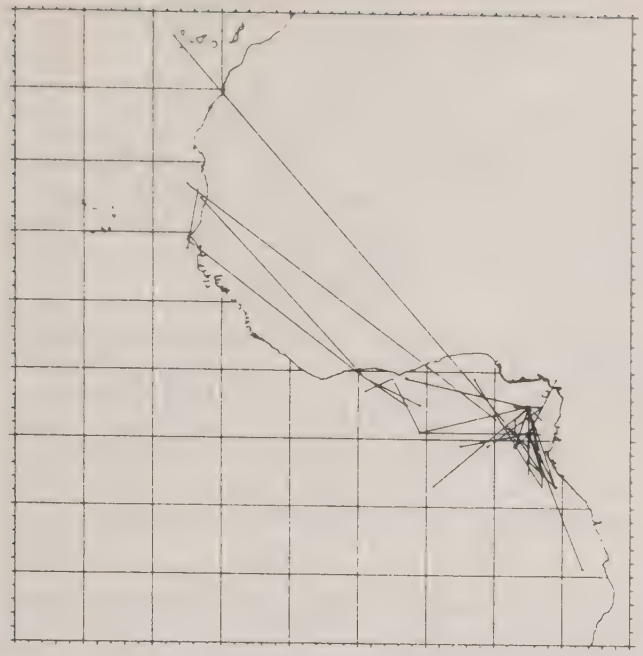


Figure 5.3 Trajets migratoires des albacores juvéniles repris à moins de 65 cm pour la période historique (1971-1978). Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 30 milles en ligne droite pour des temps à la mer de plus de 30 jours.

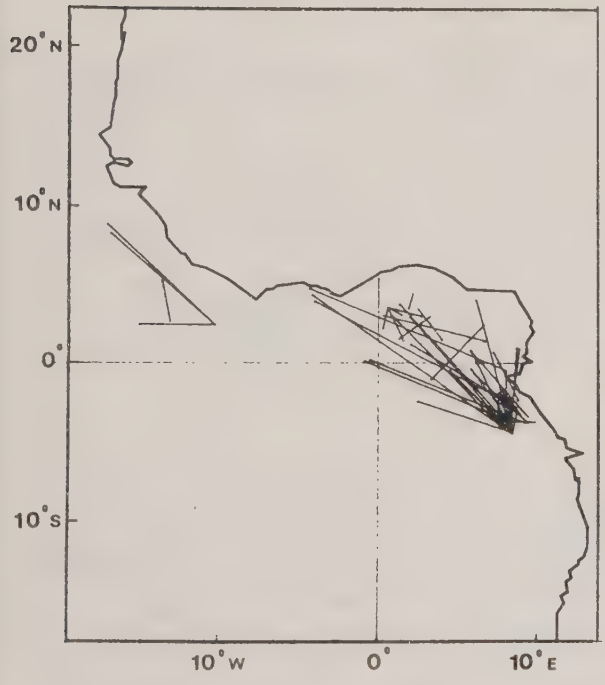


Figure 5.4 Trajets migratoires des albacores juvéniles repris à moins de 50 cm pour la période récente (1980-1984). Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 30 milles en ligne droite pour des temps à la mer de plus de 30 jours.

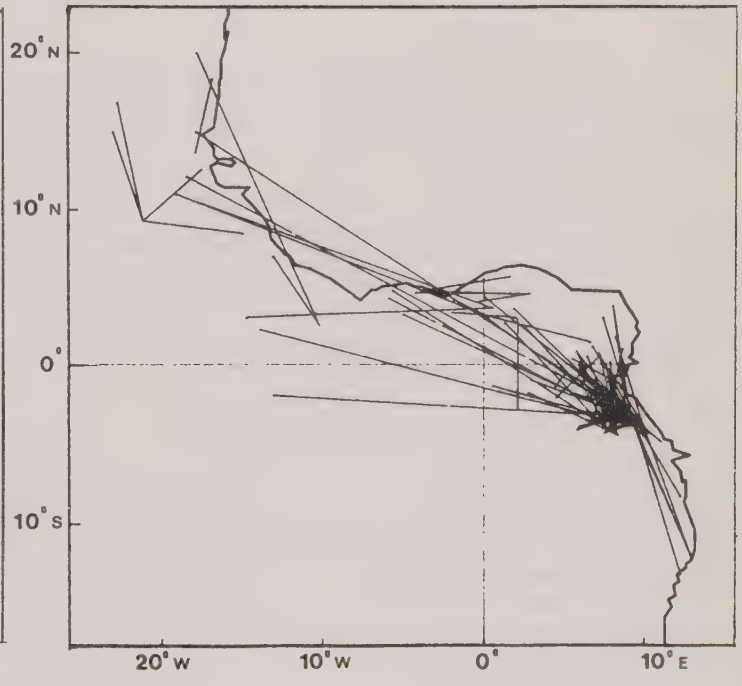


Figure 5.5 Trajets migratoires des albacores juvéniles repris entre 51 et 65 cm, pour la période récente (1980-1984). Conditions de sélection identiques à celles de la figure 5.4.

en ont pêché des quantités assez importantes entre 1965 et 1970, comme cela a aussi été le cas pour les canneurs basés à Pointe-Noire (Marcille et Poinsard, 1970; Pianet et Le Hir, 1971, 1972 et 1973).

Les captures actuelles des senneurs ne sont cependant pas négligeables. La figure 5.6 montre la répartition moyenne mensuelle (1979-1983) des captures de ces albacores par les senneurs. On constate que ces captures sont réalisées dans tout le golfe de Guinée jusqu'à 30° ouest, avec quelques concentrations saisonnières dans des zones privilégiées : cap Lopez et Sénégal en été boréal, Equateur en hiver boréal. Il pourrait donc y avoir des migrations entre ces diverses concentrations.

Par ailleurs la petite pêcherie des Açores montre la présence de cette gamme de taille en été (Pereira, 1986). Les marquages de poissons de cette taille sont peu fréquents; on doit donc se contenter des informations issues des retours à long terme des invididus marqués comme juvéniles dans le golfe de Guinée, et recapturés à des tailles de préadultes. Ces retours indiquent une tendance à des migrations en direction des hautes latitudes selon un axe sud-est à nord-ouest, qui prolongent celles observées chez les albacores juvéniles (figure 5.7).

On remarquera aussi l'existence de nombreuses recaptures d'albacores préadultes après un faible déplacement apparent dans le fond du golfe de Guinée. Il conviendrait d'analyser cette observation plus précisément en fontion notamment des efforts de pêche pour déterminer s'il s'agit réellement d'un comportement sédentaire ou d'une migration cyclique saisonnière qui ramènerait périodiquement les individus dans les mêmes lieux.

Les études des infestations parasitaires déjà citées semblent indiquer un mélange probable des albacores de plus de 90 cm entre tous les secteurs côtiers du golfe de Guinée.

Les migrations des albacores préadultes s'effectuent dans tout le golfe de Guinée de manière similaire à celles effectuées par les albacore juvéniles mais avec une amplitude supérieure. Les mouvements se font suivant un axe sud-est nord-est, entre l'Angola et le Sénégal, voire les Canaries et les Açores. Dans les eaux tropicales, ces migrations sont saisonnières, et pourraient être liées aux conditions hydrologiques ou à la productivité de l'environnement.

5.2.1.4 Migrations des adultes

Les albacores de 30 à 150 kg (110 cm à 160 cm) sont adultes, et susceptibles d'entreprendre des migrations génétiques (i.e. en rapport avec la reproduction) en plus des migrations trophiques communes à toutes les catégories de taille. Ces grands albacores sont vulnérables à la palangre et à la senne. Les palangriers japonais les ont exploités presque exclusivement de 1957 à 1970. Les relevés des livres de bord de ces navires ont permis d'établir la répartition zonale des adultes dans l'Atlantique tout entier (figure 6.23). L'analyse fine de ces données a permis d'établir des hypothèses sur les migrations des albacores adultes qui sont résumées et discutées par Bard et Cayré (1986).

A partir de 1975, les captures de gros albacores par les senneurs sont devenues progressivement prépondérantes tandis que la part des palangriers déclinait régulièrement. L'interprétation de leurs captures diffère et complète celle proposée à l'origine à partir de la seule analyse des pêcheries palangrières. On se souviendra cependant que les couches d'eau exploitées par ces deux engins sont très différentes : les senneurs exploitent la couche d'eau comprise entre la surface et environ 80 mètres de profondeur, alors que les palangriers exploitent celle comprise entre 80 m et 200 mètres de profondeur et même 300 mètres de profondeur depuis l'introduction récente de la palangre "profonde".

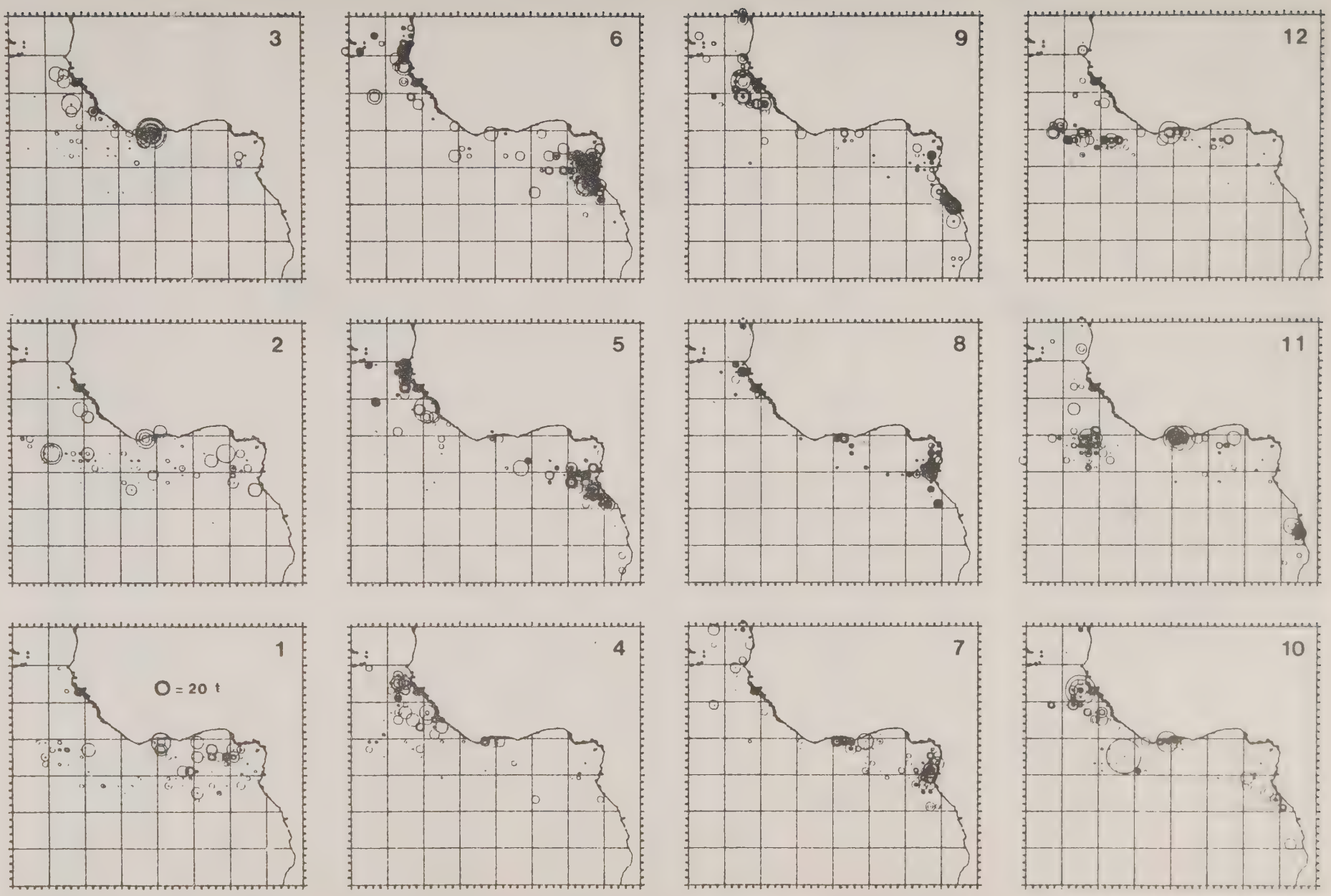


Figure 5.6 Distribution géographique mensuelle des captures d'albacores préadultes (de 66 à 110 cm) d'après les échantillons recueillis sur les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

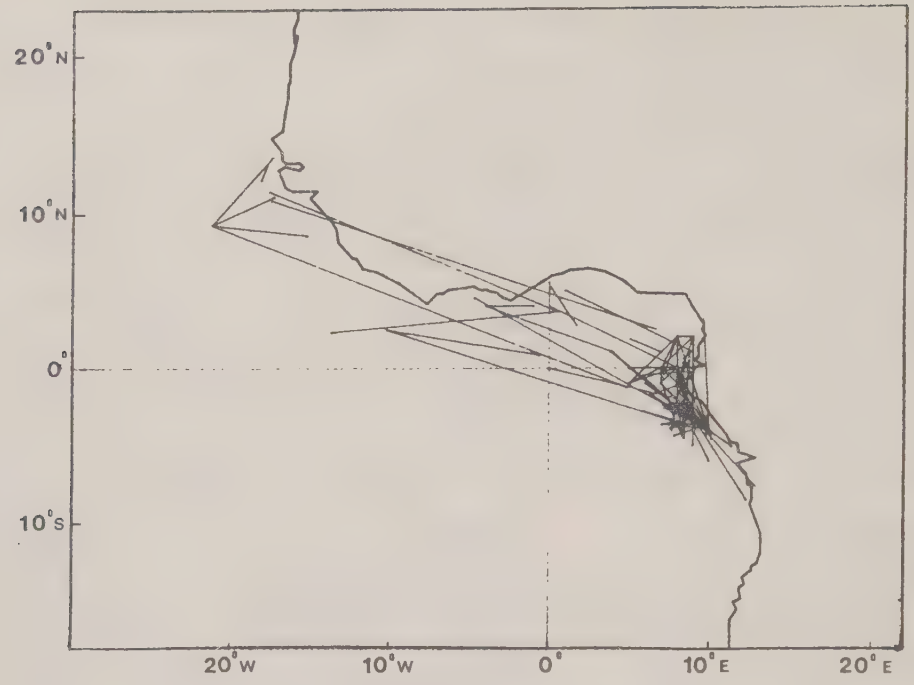


Figure 5.7 Trajets migratoires des albacores préadultes repris entre 66 et 110 cm pour l'ensemble des marquage effectués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Conditions de sélection identiques à celles de la figure 5.4.

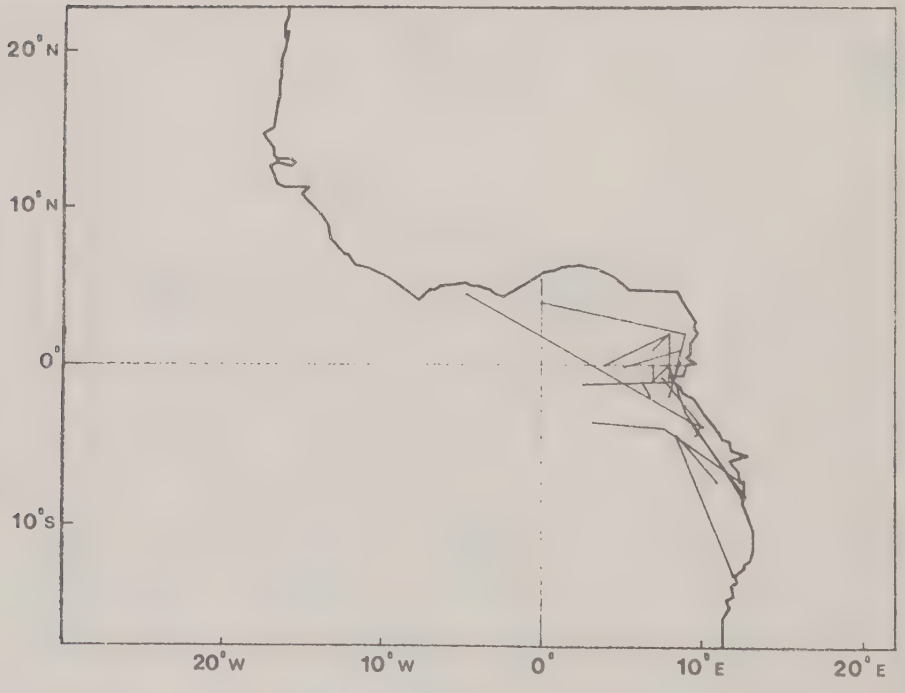


Figure 5.8 Trajets migratoires des albacores adultes repris à plus de 110 cm pour l'ensemble des marquages effectués en 1971 à 1984 en Atlantique Est.

La figure 5.9 montre la répartition mensuelle moyenne des captures de gros albacores par les senneurs au cours de la période récente 1979-1983. On constate qu'il existe des concentrations saisonnières sur l'équateur principalement, mais aussi au large du cap Lopez et du Sénégal. La concentration de l'équateur dure de novembre à mars et s'étend de 5° est à 25° ouest. Celles du cap Lopez et du Sénégal sont de plus courte durée, et se situent respectivement en mai-juin et août-septembre.

Les quelques retours de marques obtenus sur des albacores adultes (12 bien identifiés) indiquent essentiellement des retours dans le fond du golfe de Guinée et aucun dans la zone de concentration équatoriale où se fait pourtant la majorité des captures de grands albacores (figure 5.8). Il y a donc là un fait troublant sur lequel on ne peut guère conclure, en raison essentiellement du faible effectif des recaptures. On remarquera également l'absence de recaptures dans les pêches palangrières (Fonteneau, 1982).

Il semble que la concentration équatoriale de pêche des senneurs soit liée à la reproduction des albacores (paragraphe 6.1.1). puisque cette région est une zone de reproduction notamment au premier trimestre. Bard et Cayré (1986) soulignent que la localisation des concentrations de pêche observées récemment incite à étendre la limite de cette zone de reproduction jusqu'à 25° ouest. Des observations ponctuelles sur les gonades d'albacores pêchés dans ces concentrations par des senneurs semblent indiquer qu'il s'agit de concentrations de ponte mais ceci demande à être confirmé.

Si la concentration observée au large du cap Lopez en mai et juin n'a pu être reliée à un comportement de reproduction, celle exploitée au large du Sénégal en août-septembre pourrait elle correspondre au moins partiellement à une concentration de reproduction (Postel, 1955; Rossignol, 1968). La température moyenne élevée du lieux où sont capturés ces albacores (chapitre 7)constitue aussi à priori une condition favorable à la maturation et à la ponte de l'albacore.

Le schéma de migration des grands albacores en Atlantique Est n'est donc pas parfaitement établi; les données de marquage en particulier sont trop réduites et l'on ne peut que faire quelques constats :

- Les grands albacores sont essentiellement circonscrits à une bande zonale de l'Atlantique comprise entre 20° nord au 15° sud.
- Ils se rassemblent pour pondre en zone équatoriale.
- Les quelques retours de marques disponibles n'indiquent aucune migration à longue distance et en particulier transatlantique que l'on pouvait espérer selon les modèles de Honma et Hisada (1971) et selon Hayashi (1974) et Yanez (1979).

A l'heure actuelle, il est paradoxal de constater que si l'on sait que les grands albacores se déplacent, il n'existe aucune preuve directe de véritables migrations sur de très grandes distances, et en particulier sur l'existence de migrations transatlantiques.

5.2.1.5 Déterminisme des migrations de l'albacore.

On a vu que les thons migraient soit pour des raisons de recherche de nourriture, migrations trophiques, soit pour se reproduire, migrations génétiques.

Les albacores de 35 à 110 cm donc juvéniles et pré-adultes, sont immatures. A priori ils n'entreprennent que des migrations trophiques.
Or un des faits soulignés dans la description de la migration de ces albacores juvéniles est la similitude de leurs migrations avec celles des listaos. On peut aussi rappeler que l'essentiel des captures d'albacores juvéniles se fait en bancs mixtes avec des listaos et de jeunes patudos. Ceci permet d'émettre l'hypothèse d'une migration commune, qui on le verra

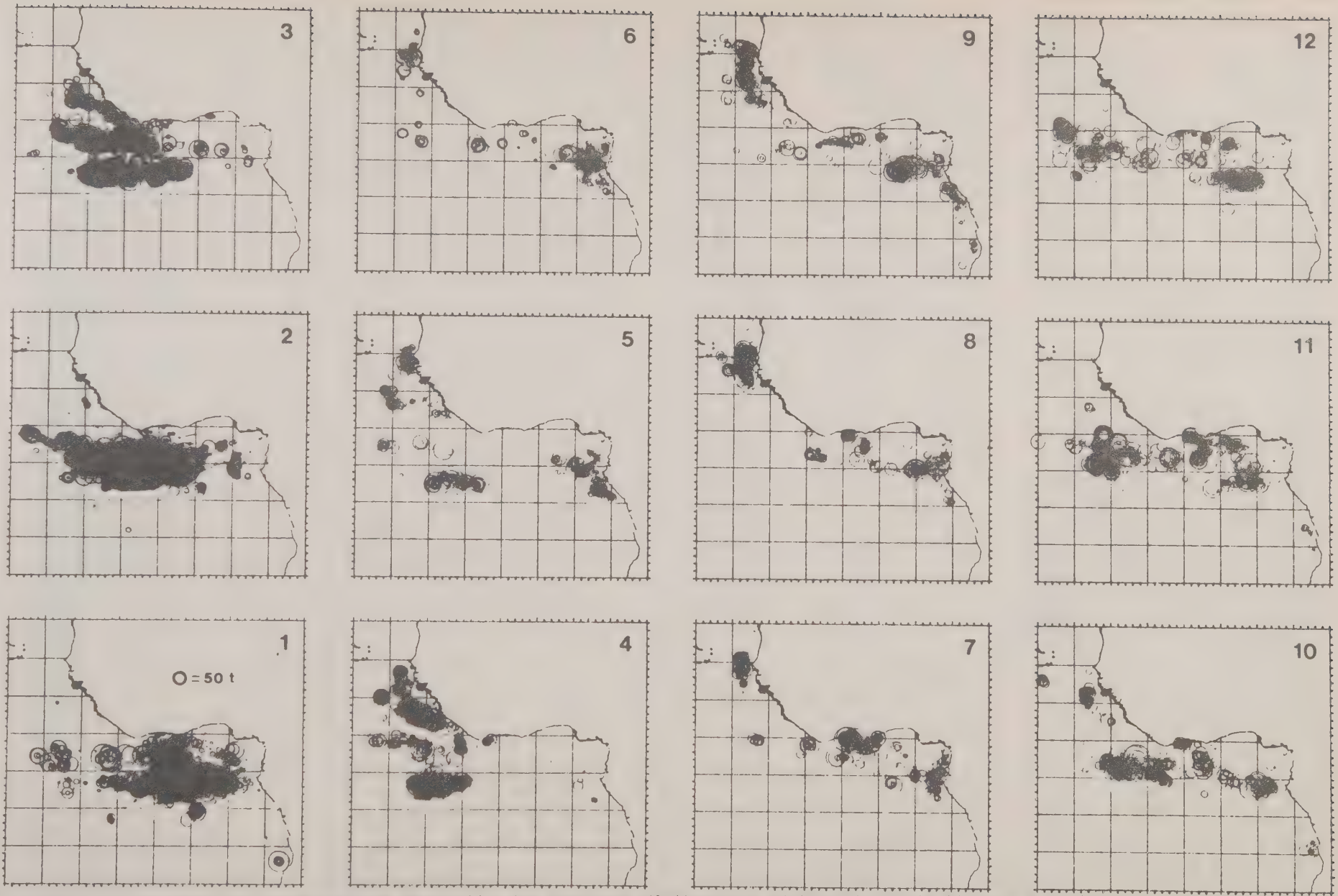


Figure 5.9 Distribution géographique mensuelle des captures d'albacores adultes (plus de 110 cm) d'après les livres de bord des senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

au paragraphe suivant, pourrait être induite par l'apparition successive des différents upwellings côtiers et par le réchauffement saisonnier des zones tropicales boréales et australes.

- Les jeunes albacores de moins de 50 cm seraient, on l'a vu, plutôt sédentaires et resteraient dans le fond du golfe de Guinée, tandis que ceux de 50 à 65 cm pourraient suivre la voie migratoire des listaos.
- Les albacores préadultes qui se pêchent moins fréquemment en bancs mixtes avec des listaos, semblent eux aussi migrer selon un schéma analogue à celui des albacores de 50 à 65 cm. Ces hypothèses de migrations communes des albacores, listaos et patudos en bancs mixtes (ou séparés) mériteraient d'être vérifiées et analysées de manière plus approfondie.

Les albacores adultes sont susceptibles d'effectuer des migrations trophiques et/ou génétiques. En ce qui concerne les migrations trophiques de ces grands albacores en Atlantique, on a peu d'informations, mais les concentrations de pêche du cap Lopez, du Ghana et du Sénégal déjà citées semblent liées à une nutrition importante en surface dans des zones voisines des upwellings côtiers (chapitre 7). D'autres albacores effectuent des migrations probablement trophiques en surface en suivant les réchauffements saisonniers des eaux tropicales ou subtropicales. Ainsi en Atlantique Est, Santos (1977) et Pereira (1983) signalent respectivement la présence de grands albacores aux Iles Canaries et aux Açores en été boréal. Les migrations génétiques se font vers l'Equateur de 5° est à 25° ouest en Atlantique Est et vers le nord Brésil en Atlantique Ouest. Faute de marquages suffisants de grands albacores, l'importance relative des voies de migration menant à ces différentes zones reste inconnue; celle de l'équateur semble toutefois la plus importante.

5.2.1.6 Modèle de migration de l'albacore.

L'étendue des zones de pêche palangrière a incité assez tôt à postuler l'existence de migrations transatlantiques des gros albacores. Wise et Le Guen ont avancé dès 1966 l'hypothèse de l'existence de deux stocks d'albacores situés de part et d'autre de l'Atlantique. Mais ce sont Homna et Hisada, (1971) en utilisant des cartes de pêche tirées des livres de bord des palangriers japonais, et aussi diverses données biologiques (fréquences de taille, état des gonades et répartition les larves) qui ont établi un premier schéma général cohérent des migrations de l'albacore en Atlantique; celui-ci a été repris et légèrement modifié, par Hayashi (1974).

Ce schéma fait état de deux concentrations d'albacores adultes situées de part et d'autre de l'Atlantique, séparées lors de l'hiver boréal, mais formant une bande continue en été boréal. Il y aurait alors des migrations génétiques est-ouest et ouest-est des albacores provenant de ces deux concentrations; les albacores se rejoindraient dans une zone centrale située aux environs de 30° ouest en été. Cette zone pourrait constituer une zone de ponte commune. Après la période de reproduction, les albacores rejoindraient leurs lieux de nutrition spécifique, de part et d'autre de l'Atlantique (migrations trophiques).

Cette description des migrations des albacores adultes de profondeur entre trois zones ouest, centrale et est, a été développée par Yanez (1979 et 1981), qui a intégré en outre dans son analyse les captures croissantes de grands albacores pêchés en surface par les senneurs à partir de 1975.

L'une des interprétations de tels mouvements serait de postuler l'existence d'une zone de ponte unique située dans la partie centrale de l'Atlantique, avec une période de ponte très étalée dans le temps. Cette conception pourrait s'appuyer sur la répartition des récoltes de larves d'albacores en Atlantique central. Si l'on se réfère aux lieux et saisons de ponte déduits de l'examen des gonades (paragraphe 6.1.1) on peut penser qu'il existe une certaine séparation entre les stocks d'albacore exploités en surface et ceux exploités par les palangriers en profondeur, et parmi

les stocks exploités en surface, entre ceux exploités dans l'Atlantique Est et ceux exploités à l'ouest (Fonteneau, 1982).

Un schéma synthétique des migrations de l'albacore est présenté sur la figure 5.10 et il peut se résumer ainsi :

- les albacores juvéniles sont recrutés dans les pêcheries à partir d'une taille de 30 à 40 cm, et ce dans la partie la plus interne du golfe de Guinée. A ces petites tailles ils sont assez sédentaires, mais en grandissant manifestent une tendance à des migrations le long des côtes selon un axe général du sud-est vers le nord-ouest.
- aux tailles voisines de 50 à 65 cm, à la fin du stade juvénile leurs capacités migratrices paraissent plus importantes leur permettant d'effectuer des migrations cycliques saisonnières, en bancs mixtes avec des listaos et de jeunes patudos jusque dans la zone de l'Angola et dans celle du Sénégal.
- les albacores dits préadultes de 65 à 110 cm se comportent comme les individus juvéniles, en amplifiant les migrations trophiques nord-sud. L'existence d'une population sédentaire est toutefois possible. Les migrations réelles de cette phase restent cependant mal connues.
- les albacores adultes, plus grands que 110 cm, se déplacent largement dans tout l'Atlantique équatorial, et saisonnièrement dans les zones tropicales et subtropicales. Des déplacements de dispersion trophiques ont lieu lors de la majeure partie de l'année, principalement selon un axe est-ouest, avec un retour en zone équatoriale pour les albacores de profondeur pêchés à la palangre. Ces déplacements peuvent être l'occasion d'échanges entre les stocks est et ouest.

Des migrations génétiques semblent exister, qui mènent les albacores matures à deux grandes zones de reproduction situées l'une à l'est, l'autre à l'ouest, au premier et troisième trimestre respectivement. Il n'est pas impossible que les albacores de profondeur et ceux de surface aient un comportement de reproduction différent (Fonteneau et Fontana, 1978 ; Yanez et Barbieri, 1980) et qu'il y ait une certaine indépendance entre ces individus de profondeur et ceux de surface.

5.2.2 Migrations du listao

5.2.2.1. Généralités

Les listaos sont présents dans tout l'Océan Atlantique dans une vaste zone comprise approximativement entre les isothermes de surface de 18°C, soit un domaine qui s'étend environ de 40° nord à 40° sud. Dans Atlantique Est les listaos sont surtout pêchés dans une aire s'étendant de 20° nord à 20° sud, limitée à l'ouest par le méridien 25° ouest. Ils sont capturés en grande quantité toute l'année dans la zone équatoriale, et lors des saisons estivales dans les zones tropicales nord et sud. Les engins utilisés sont la canne et la senne. Plus au nord les pêcheries côtières (canne et ligne à main) des Canaries, de Madère et des Açores capturent du listao pendant quelques mois d'été. Des listaos sont même capturés certaines années particulièrement chaudes dans le golfe de Gascogne et jusque sur les côtes d'Angleterre. Les palangriers qui ne recherchent pas le listao, en capturent épisodiquement dans tout l'Atlantique (figure 5.11).

Il faut noter que pour des raisons commerciales le listao n'est pas une espèce cible permanente des senneurs et des canneurs, exception faite des canneurs congélateurs basés à Téma. Il faudra donc tenir compte de cette stratégie de pêche dans l'interprétation des données de capture de listao.

Au plan biologique, les connaissances sur le listao de l'Atlantique ont beaucoup progressé grâce au programme de recherche international suscité par la Commission pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT), et exécuté de 1979 à 1983. Ce programme a comporté en particulier

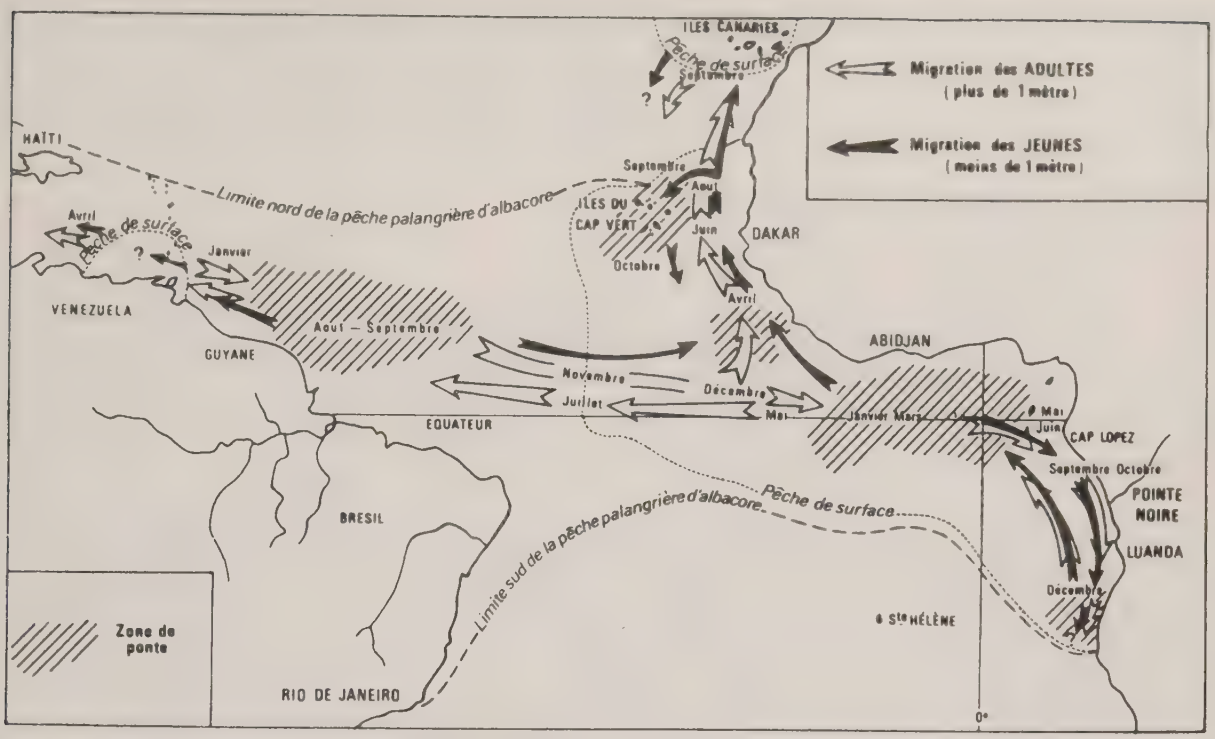


Figure 5.10 Schéma du modèle de migration de l'albacore Atlantique.

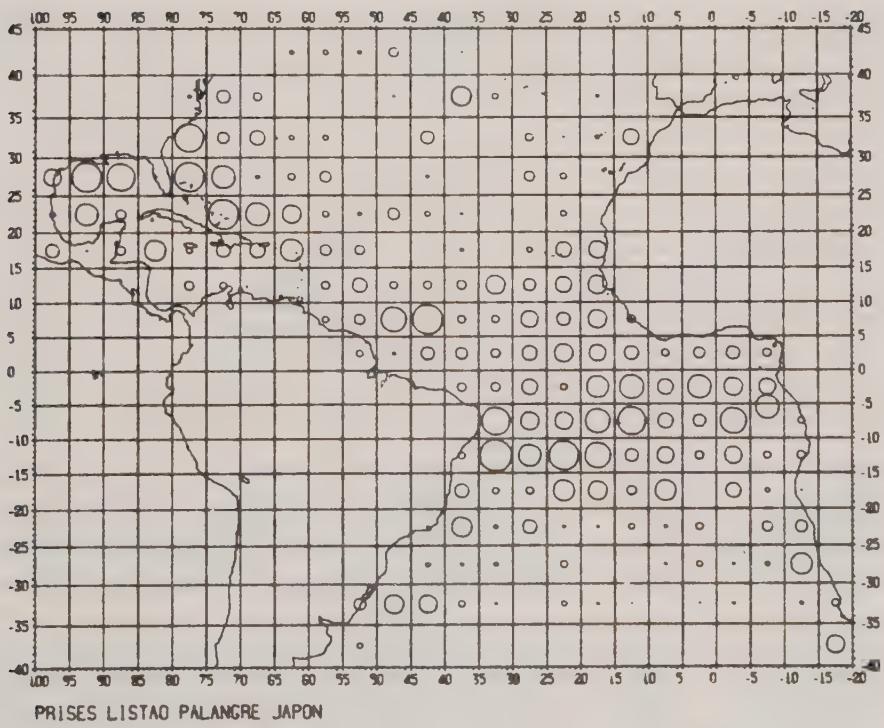


Figure 5.11 Captures occasionnelles de listaos par les palangriers japonais pour l'ensemble de l'Atlantique.

de nombreux marquages, qui sont résumés au tableau 5.2. Les migrations du listao en Atlantique Est sont maintenant assez bien connues. Comme pour l'albacore ces migrations ont été déterminées par l'analyse des données des pêcheries (compte tenu des biais dûs à la sélectivité des engins et aux stratégies de pêche), et par l'analyse des marquages. Des méthodes indirectes, tirés de la biologie de l'espèce appuient ces analyses.

5.2.2.2. Analyse des pêcheries

5.2.2.2.1. Présentation, méthode

La gamme de taille des listaos pêchés par les deux engins de pêche de surface (canne et senne) est remarquablement constante quelque soient les lieux et saisons de pêche (chapitre 4) ; elle s'étend de 35 à 70 cm de longueur à la fourche, mais la grande majorité des captures est composée d'individus dont la taille est comprise entre 40 et 60 cm, ce qui correspond à un intervalle de vie d'environ deux ans.

Cette gamme des tailles exploitées très réduite et la brièveté de l'exploitation de l'espèce s'explique par une variation de la disponibilité des listaos dans les zones de pêche de l'Atlantique tropical-est; ceux-ci sont recrutés progressivement entre les tailles de 35 à 45 cm, demeurent deux ans environ dans les pêcheries pour atteindre une taille d'environ 60 cm ; au-delà de 60 cm les listaos semblent émigrer très rapidement hors des zones de pêche de surface. En zone tropicale nord, le schéma est identique, à ceci près que les listaos pourraient ne séjourner qu'un moment encore plus bref dans les pêcheries, ce qui semble lié à une croissance plus rapide (Cayré, 1985).

Pour ces raisons il est préférable de scinder l'examen de la répartition géographique des captures en trois gammes de taille des individus selon leur longueur à la fourche :

- moins de 45 cm
- 46 à 59 cm
- 60 cm et au-delà

L 'examen des quantités capturées par engins de pêche met en évidence la prépondérance des captures des senneurs (chapitre 4). La cartographie mensuelle des captures des senneurs FIS et espagnols selon les trois gammes de taille de listao évoquées plus haut est représentée sur les figures 5.12, 5.13 et 5.14.

5.2.2.2.2. Résultats

Listaos de moins de 45 cm

Les lieux de capture des listaos de moins de 45 cm peuvent servir à déterminer les endroits où se font les recrutements (i.e entrée des jeunes listaos dans les pêcheries) (figure 5.12). On constate l'existence de trois concentrations de listaos de moins de 45 cm et donc trois lieux de recrutements principaux qui se situent par ordre décroissant d'importance :

- Au cap Lopez d'avril à juillet
- Au large du Sénégal d'août à octobre
- Dans la zone Libéria de novembre à décembre.

On note en particulier l'importance du recrutement du cap Lopez. Par ailleurs des recrutements moins réguliers peuvent avoir lieu dans la partie interne du golfe de Guinée, de novembre à janvier notamment.

Cette carte, qui ne porte que sur les années 1979 à 1983, ne prend pas en compte les pêches effectuées au large de l'Angola par les senneurs de diverses nationalités jusqu'en 1977; l'examen des pêcheries historiques (chapitre 4) montre en effet que des captures y ont été réalisées plus ou moins tout au long de l'année (à l'exception de la période comprise entre les mois d'avril et de juillet), avec une dominante de petits listaos de moins de 45 cm au premier trimestre (ISRA - ORSTOM, 1976). La zone angolaise

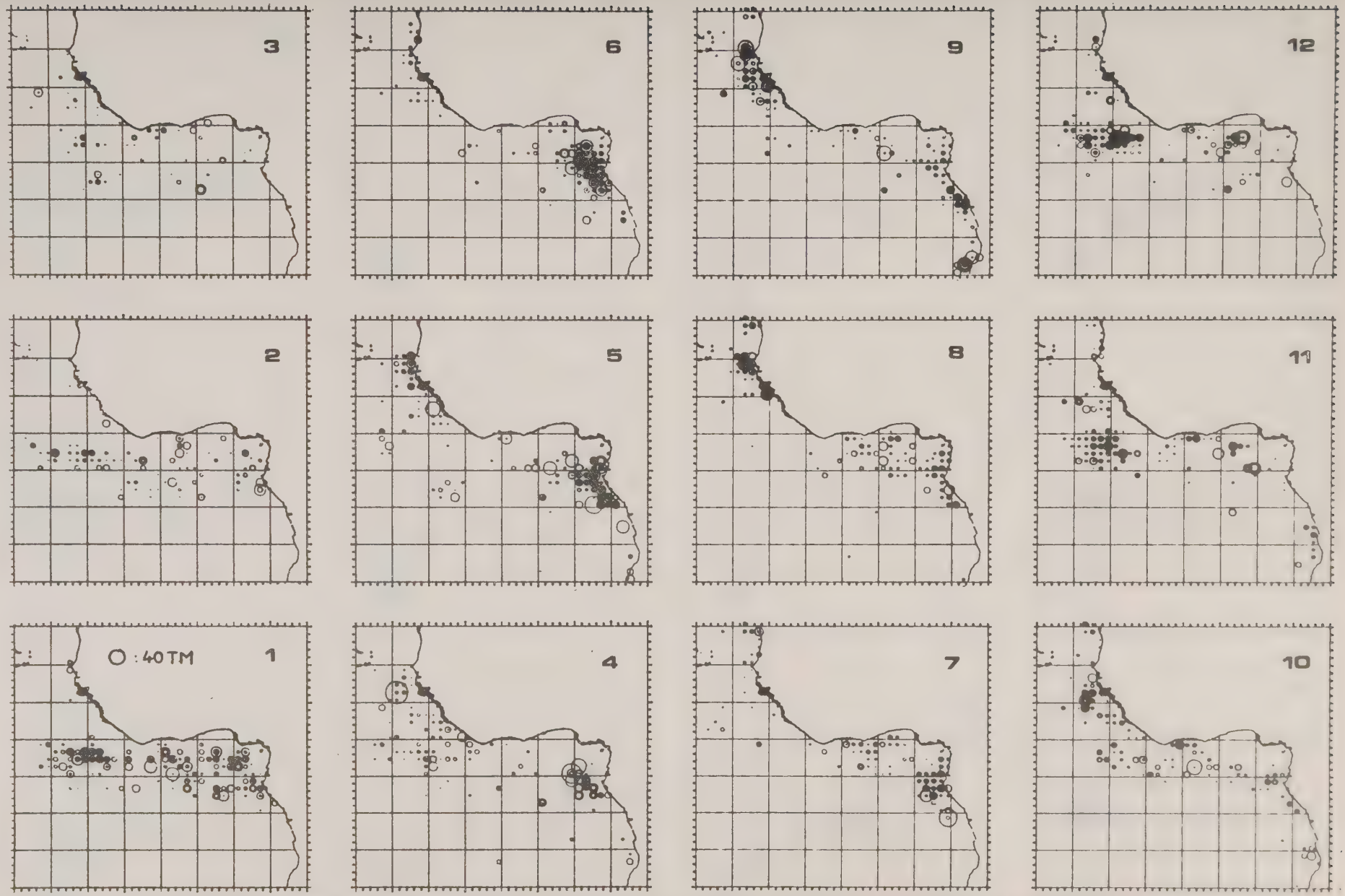


Figure 5.12 Distribution géographique mensuelle des captures de listao de moins de 45 cm par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

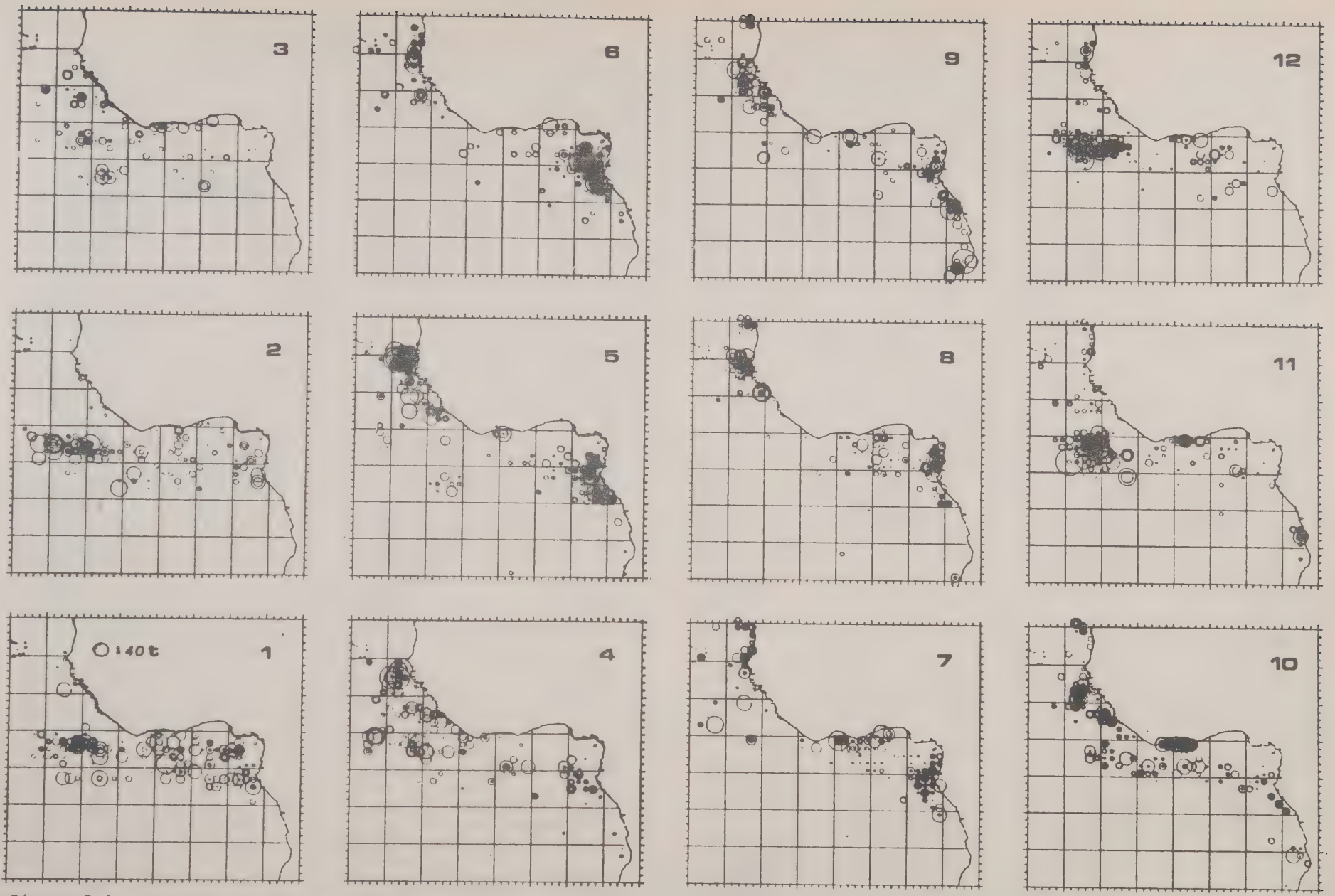


Figure 5.13 Distribution géographique mensuelle des captures de listao de 46 cm à 59 cm par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

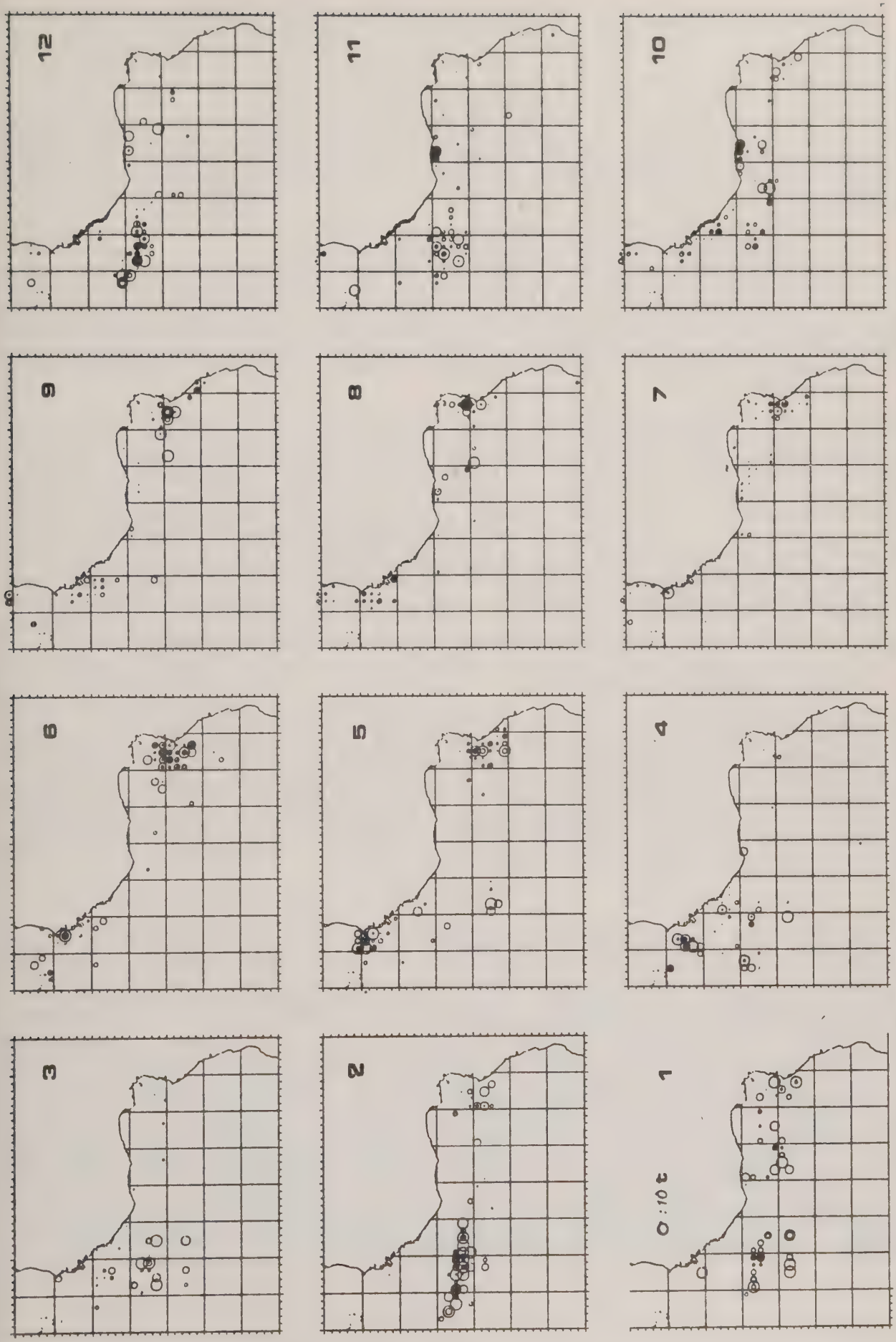


Figure 5.14 Distribution géographique mensuelle des captures de listao de 60 cm et au delà par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

est donc sans doute aussi un lieu de recrutement, qui peut être important à en juger par le volume des captures réalisées certaines années, en 1974 notamment.

Listaos de 46 à 59 cm

Les listaos de 46 à 59 cm, pêchés en majorité à la senne, constituent l'essentiel des captures, et ce tout au long de l'année quelque soit les lieux de pêche (figure 5.13). On note une présence constante de ces individus dans la zone équatoriale avec par ailleurs des concentrations bien marquées qui sont :

- la concentration du cap Lopez de mai à septembre.
- la concentration du Sénégal d'avril à septembre.
- la concentration en zone Libéria d'octobre à mars.

L'importance des captures réalisées sur ces trois concentrations majeures est équivalente. A ces concentrations on ajoutera les captures historiques réalisées au large de l'Angola aux troisième et quatrième trimestres, surtout par les senneurs américains. Enfin on note les captures parfois importantes mais plus sporadiques, faites au cap des Trois Pointes, en juillet-août et octobre-novembre.

Ces zones de fortes captures par les senneurs donnent une bonne indication des aires de forte abondance des listaos. Ceci n'exclut pas la présence en moindre quantité de listaos dans la partie interne du golfe de Guinée tout au long de l'année. En effet si l'on examine une cartographie trimestrielle des captures de listaos effectuées par les canneurs de Tema (figure 4.35), il apparaît des captures très constantes dans une zone réduite à deux aires de 5^{o} x 5^{o} degrés côté. Ceci confirme donc la présence des listaos en permanence au large du cap des Trois Pointes. Par ailleurs on note qu'au troisième trimestre, ces canneurs exploitent, comme les senneurs, la concentration du cap Lopez ; une extension de leur zone d'activité vers l'ouest au quatrième trimestre est également observée.

Listaos de plus de 60 cm

Les captures de gros listaos réalisées par les senneurs (figure 5.14), sont assez dispersées dans le temps et l'espace. On notera des concentrations caractéristiques, en zone Libéria de novembre à février, au cap Lopez de mai à septembre, et au large du Sénégal d'avril à juin. Ces concentrations de gros listaos se situent dans des strates espace-temps identiques à celles des listaos moyens ; ce sont surtout les quantités pêchées qui sont plus faibles, ce qui peut être interprété comme une disponibilité plus faible de ces poissons.

5.2.2.2.3. Conclusion

Le fait que l'essentiel des captures de listaos s'effectue en des périodes et lieux déterminés a amené Fonteneau et Laloé (1986) à analyser la distribution des tailles capturées selon des semaines successives dans ces concentrations, assimilées à des systèmes temporairement clos; deux conclusions intéressantes ressortent :

- Il y a une bonne identité de la structure en taille des listaos pêchés d'abord au cap Lopez, puis au large du cap des Trois Pointes.
- au Sénégal au troisième trimestre il y a bien un recrutement de petits listaos de moins de 45 cm à côté de listaos de 50 à 60 cm.

L'analyse des données des pêcheries permet d'esquisser le schéma migratoire suivant : les listaos sont surtout recrutés au cap Lopez au deuxième trimestre, et certaines années au premier trimestre en Angola. Ces recrutements, ainsi que tous ceux que nous avons mentionnés par ailleurs tout au long de l'année (Sénégal, Libéria, golfe de Guinée..) alimentent une série de concentrations où l'essentiel des listaos est pêché, qui se décalent vers l'ouest du second au quatrième trimestre.

5.2.2.3 Analyse des marquages

Le tableau 5.2 résume l'ensemble des marquages de listaos réalisés en Atlantique Est et le tableau 5.3 présente les distances parcourues en fonction des temps de liberté des poissons marqués. On peut remarquer que la proportion des recaptures à longue distance est nettement supérieure à celle observée chez l'albacore (tableau 5.1). La vitesse moyenne de migration est également plus forte que pour l'albacore: 2,80 milles/jour contre 1,74 milles/jour. Ceci souligne le caractère migrateur du listao en Atlantique Est; la figure 5.15 représente les migrations à longue distance des listaos marqués.

Etant donné la faible durée de séjour des listaos dans les pêcheries de surface de l'Atlantique Est (entre un et trois ans d'après ce que l'on sait sur la croissance de l'espèce), les temps de liberté des poissons marqués sont cumulés par intervalles de 6 mois ; les figures 5.16, 5.17, 5.18 représentent les trajets rectilignes parcourus par les listaos marqués pour différents temps de liberté : de 1 à 6 mois,7 à 12 mois et plus d'un an.

Nous analyserons successivement les mouvements des listaos marqués dans la zone équatoriale (devant le Ghana, la Côte-d'Ivoire et le cap Lopez), et dans les zones tropicales nord (Sénégal, Iles du Cap Vert) et sud (Congo, Angola).

Listaos marqués en zone équatoriale :

Le détail de l'analyse des Mouvements apparents des listaos marqués en zone équatoriale et dont la taille au marquage est indiquée sur la figure 5.19 B, est décrit par Miyabe et Bard (1986); les principales conclusions en sont :

- Dans les six premiers mois après le marquage, il existe un vaste mouvement suivant le contour des côtes qui amène les listaos depuis le cap Lopez jusqu'au cap des Trois Pointes ; il se poursuit ensuite jusqu'à une zone située au large du Libéria.
- Un mouvement inverse concerne une quantité moindre de poissons, et amène ceux-ci du Cap des Trois Pointes au cap Lopez.
- Passé six mois , les listaos atteignent la zone tropicale nord devant le Sénégal, en nombre relativement important. (Un listao marqué au cap des Trois Pointes a même atteint les Canaries).
- Au-delà d'un an les listaos ont atteint aussi bien la zone Libéria, que celle du cap Lopez et du Sénégal ,ou y sont revenus.

Listaos marqués en zones tropicales :

La taille des listaos marqués en zone tropicale nord (grande majorité des individus marqués) est donnée sur la figure 5.19 A.

Dans les six premiers mois suivant le marquage (réalisé au troisième trimestre), les listaos marqués au large du Sénégal et des Iles du Cap Vert se déplacent nettement vers la zone du Libéria. Passé six mois, il n'y a pratiquement aucune reprise de ces listaos (Cayré et al., 1986). Une exception extrêmement intéressante est celle d'un listao repris au milieu de l'Atlantique par 3° nord et 32° ouest, deux ans après son marquage. On note aussi la recapture au large du Sénégal d'un listao marqué aux Canaries. Cette migration à longue distance est la seule d'une série de 510 recaptures de listaos qui ont été marqués et repris à proximité des Iles Canaries (Santos et Torres, 1982).

Les quelques marquages effectués en zone tropicale sud, devant l'Angola, montrent une migration nette depuis l'Angola jusqu'à l'intérieur du golfe de Guinée, en moins de six mois généralement.

Tableau 5.3 Table des distances parcourues par des listaos marqués, par classes de 100 milles, en fonction du temps de liberté (en classe de 3 mois).
La vitesse moyenne brute de déplacement est de 2,80 milles par jour et le coefficient de dispersion correspondant de 2 088 milles^2 par jour.
Nombre de listaos marqués à l'origine = 31 038
Nombre de recaptures = 2 760.

DISTANCE	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	>1000
TEMPS											
0-3 mois	1859	241	72	41	36	11	7	5	1	2	5
4-6 mois	48	53	53	43	34	10	6	7	2	11	17
7-9 mois	14	9	17	7	2	9	5	3	1	8	15
10-12 mois	6	15	6	1	10	5	5	1	1	1	10
13-15 mois	9	4	2	3				1	3	3	8
16-18 mois											7
19-21 mois	1	1					1				2
22-24 mois											
25-27 mois											
28-30 mois											
+30 mois											

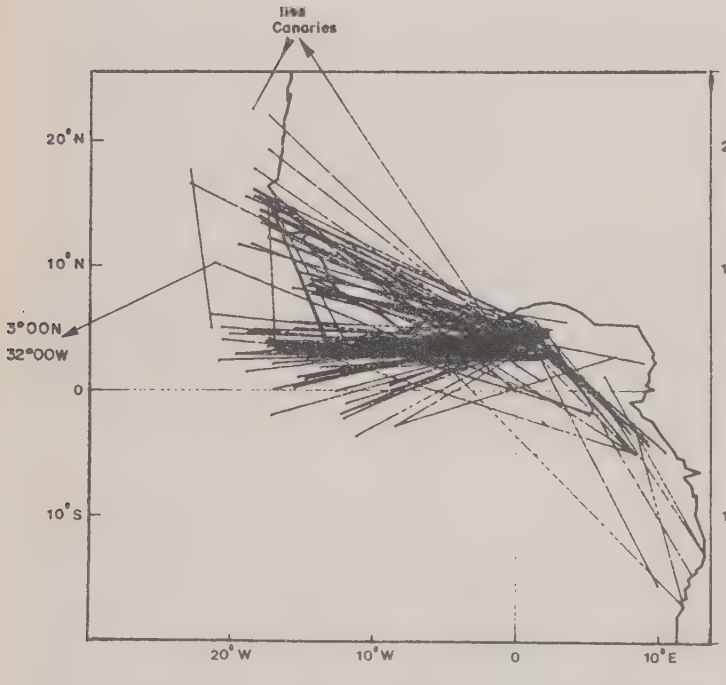


Figure 5.15 Trajets migratoires de l'ensemble des listaos marqués de 1970 à 1984 en Atlantique Est. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 600 milles en ligne droite pour des temps à la mer de plus de 30 jours. La distance minimale a été fixée à une valeur élevée pour mettre en évidence les déplacements à longue distance.

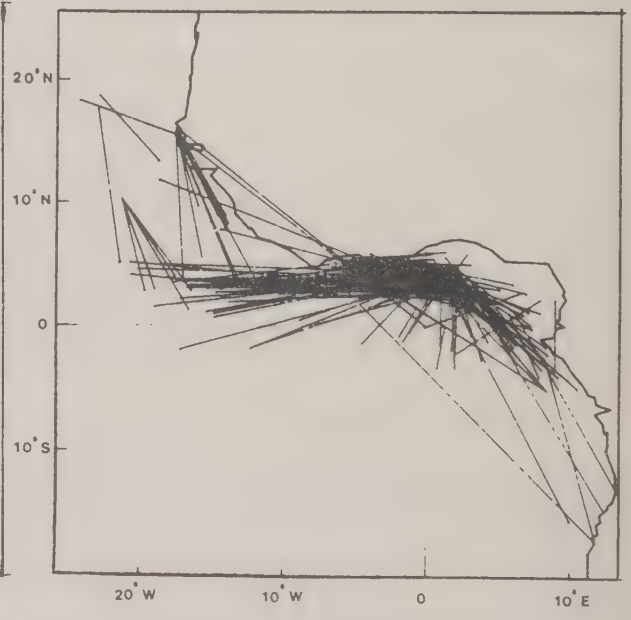


Figure 5.16 Trajets migratoires des listaos marqués de 1970 à 1984. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 300 milles en ligne droite et les temps à à la mer compris entre 30 et 180 jours. La distance minimale est fixée à une valeur élevée pour la clarté de la figure.

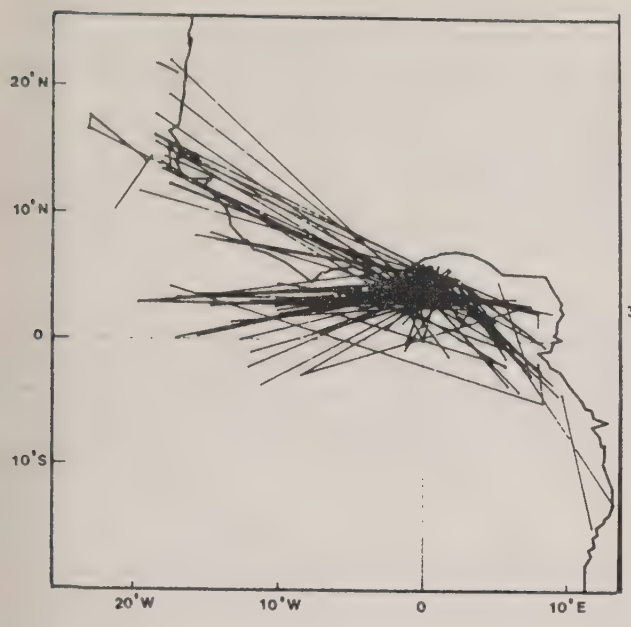


Figure 5.17 Trajets migratoires des listaos marqués de 1970 à 1984. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 300 milles en ligne droite, et les temps à la mer compris entre 181 et 365 jours.

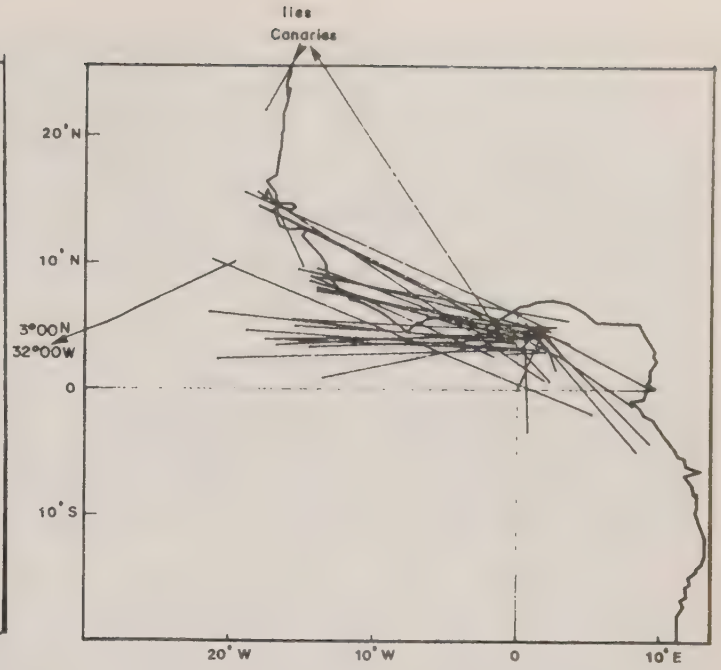


Figure 5.18 Trajets migratoires des listaos marqués de 1970 à 1984. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 300 milles en ligne droite, et les temps à la mer supérieur à 365 jours.

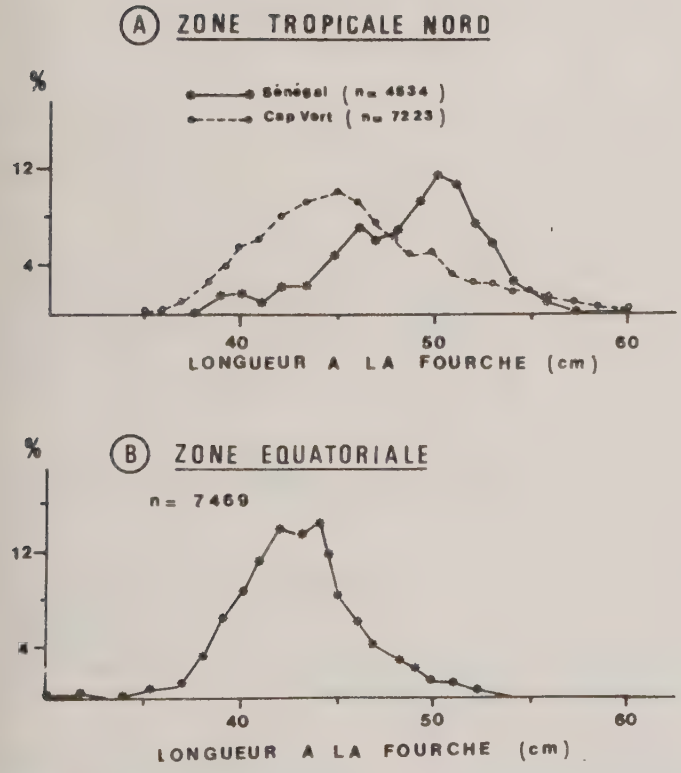


Figure 5.19 Distribution de fréquences de taille des listaos marqués dans l'Atlantique Est au cours de la période 1979-1982.

A - en zone tropicale nord dans deux régions distinctes situées au large du Sénégal et autour des îles du Cap-Vert. (Marquages réalisés par le Sénégal et la République du Cap-Vert).

B - en zone équatoriale, dans le golfe de Guinée exclusivement. (Marquages réalisés par le Japon).

5.2.2.4 Comparaison des données de marquage et de celles des pêcheries

Comme il a été évoqué en introduction de chapitre, il est nécessaire d'analyser les résultats bruts des marquages en fonction des variations de la disponibilité des thons aux pêcheries dans le temps et l'espace. Ceci a été fait pour les nombreuses recaptures de listao observées en 1980-1982, période au cours de laquelle l'effort de pêche dirigé sur le listao était à son apogée en raison de la pénurie d'albacore (Fonteneau, 1986). Les retours de listaos marqués au cours de cette période sont donc d'autant plus significatifs.

Un ajustement des recaptures de listao en fonction des quantités pêchées dans le golfe de Guinée a été réalisé par Bard et al., (1986) en utilisant la méthode de pondération de Bayliff (1979) et en comparant les captures en poids et les effectifs recapturés par grands compartiments spatio-temporels. Les résultats indiquent une prépondérance de deux axes de migration : l'un du cap des Trois Pointes vers la zone Libéria, l'autre du cap des Trois Pointes vers le cap Lopez.

La méthode consistant à comparer les prises et les recaptures a été perfectionnée par Cayré et al., (1986). Ces auteurs comparent l'évolution dans le temps des prises (en nombre) et des recaptures de listaos marqués dans trois zones, en analysant séparément le devenir des petits (LF <45cm) et gros listaos (LF >45cm). Les trois zones retenues sont la zone équatoriale et deux aires situées respectivement au large du Sénégal et des îles du Cap Vert.

En zone équatoriale ces auteurs constatent une remarquable similarité de l'évolution sur (17 mois) des effectifs totaux de listaos pêchés et de celle des recaptures de listaos marqués dans cette zone. Ceci signifie que les mouvements des listaos marqués représentent bien le mouvement général de la population de listao exploitée en zone équatoriale pendant près d'un an et demi. Cette analyse montre aussi une émigration hors de la zone équatoriale de certains individus de cette population. L'analyse de l'évolution numérique des listaos marqués dans celle-ci permet une estimation de cette émigration (Bard, 1986). Cayré et al., (1986) mettent toutefois en évidence une différence entre les évolutions comparées du nombre des recaptures et des prises de petits et gros listaos ; cette différence indique que les plus gros listaos émigreraient plus précocement hors des zones de pêche (après un an environ.)

Dans la zone Sénégal, s'il y a une bonne concordance entre les captures commerciales et les recaptures de poissons marqués pendant les 3 à 5 mois de la saison de pêche qui correspond à celle des marquages, il n'y a que peu de listaos marqués qui soient repris dans la même zone de pêche au cours de la saison suivante. Ceci met en évidence une émigration en fin de saison de l'ensemble de la population, et un renouvellement de la population de listao fréquentant la zone tropicale nord d'une saison sur l'autre. Une partie au moins de ces nouveaux arrivants proviendrait de la zone équatoriale. On peut rapprocher ces faits de l'hétérogénéité constatée dans les tailles des listaos pêchés au troisième trimestre dans la zone Sénégal.

Pour la zone des Iles du Cap Vert, il y a également une bonne concordance entre le nombre des recaptures de listao marqué et les prises en fin de saison de pêche, mais aucune recapture la saison suivante malgré de très forts effectifs marqués. Il y aurait donc là une pêcherie traversée par un flux migratoire de listaos différents chaque année.

Le devenir de tous les listaos qui émigrent ainsi hors des pêcheries de l'Atlantique Est, a été largement analysé lors de la réunion finale du programme international de recherche sur le listao de l'Atlantique . En conclusion plusieurs observations semblent confirmer qu'il existe bien au milieu de l'Atlantique une population inexploitée de gros listaos alimentée

au moins partiellement par les émigrations d'individus hors des zones de pêche:

- La recapture, déjà citée au milieu de l'Atlantique d'un listao marqué au large du Sénégal à 46 cm et repris à une taille de 71 cm.
- Des arguments indirects tirés de l'examen des fréquences de taille des listaos exploités par les différentes pêcheries; on a déjà vu que la disponibilité des listaos aux pêcheries de surface diminue très rapidement au-delà d'une taille supérieure à 60 cm, alors que les listaos peuvent atteindre 80 cm. Ces gros listaos existent pourtant bien et sont capturés occasionnellement par les palangriers en Atlantique central (figure 5.10); ils mesurent en majorité de 60 à 80 cm (Kume, 1977). Par ailleurs, aux Açores et aux Canaries, de très gros listaos apparaissent dans les pêches des canneurs en fin de saison (Santos et Torres, 1979 ; Pereira, 1983).
- Enfin des analyses sur les nombres de retour de marques appuient l'hypothèse d'une émigration vers l'Atlantique central, les poissons de tailles supèrieures à environ 55 cm (Bard, 1986; Cayré et al., 1986; Kleiber et al., 1984) ; Bard estime le taux d'émigration moyen à environ 60% par an pour la population équatoriale de listao, toutes tailles confondues.

5.2.2.5. Déterminisme des migrations de listao

Les listaos sont matures sexuellement en Atlantique Est dès la taille de 45 cm (Cayré et Farrugio, 1986), donc très tôt après leur recrutement dans les pêcheries. Ils paraissent en outre avoir un comportement de reproduction opportuniste, mettant à profit très rapidement les bonnes conditions trophiques rencontrées pour achever leur maturation et pondre (Cayré, 1985). Ceci signifie qu'il est très difficile de distinguer migrations trophiques et génétiques pour le listao de l'Atlantique Est. Le déterminisme des migrations semble se résumer à une recherche permanente des aires riches en nourriture, qui si elles sont suffisamment productives et chaudes, seront aussi des aires de ponte. Le caractère périodique plus ou moins régulier des migrations serait en fait induit par la disponibilité cyclique de nourriture (micronecton pélagique ou mésopélagique, petits poissons pélagiques...) dans certaines zones et à certaines saisons.

On peut alors interpréter la migration équatoriale est-ouest comme la poursuite de zones de forte production convenant à la présence de micronecton, source de nourriture pour le listao (chapitre 7). Les zones de forte production primaire dans le golfe de Guinée sont provoquées par une série d'upwellings côtiers décalés dans le temps depuis le cap Lopez jusqu'au cap des Palmes (paragraphe 3.3). En ce qui concerne la zone Libéria qui est une zone de reproduction particulièrement active d'octobre à avril (Cayré et Farrugio, 1986), le mécanisme d'enrichissement en micronecton n'est pas encore bien identifié. Il pourrait être lié à un mécanisme de production primaire en subsurface propre à l'Atlantique intertropical (Herbland, et al., 1983).

Par ailleurs les migrations saisonnières en zones tropicales et subtropicales sont apparemment liées au réchauffement des eaux de surface, qui a lieu lors des étés boréal ou austral. Les fronts thermiques du Sénégal et de l'Angola (figure 3.2) joueraient un rôle déterminant dans la concentration des listaos. Cependant des liens complexes sont possibles avec certains upwellings côtiers tel que l'upwelling sénégalo-mauritanien (Cayré et Roy, 1986).

5.2.2.6 Modèle migratoire du listao en Atlantique Est

A partir de l'examen des données de pêches, et des conclusions des marquages, il est possible de développer un modèle de migration des listaos en Atlantique Est, qui tient également compte du déterminisme des migrations exposé précédemment. Ce modèle utilise une série de compartiments (figure 5.20) où sont reportés à partir des données de pêches:

- Les recrutements forts ou faibles.
- La présence de listaos par gamme de taille, en forte ou faible quantité.

Les migrations établies d'après les marquages, et les pêches sont alors indiquées par des flèches selon les critères suivants :
- Migrations fortes et bien prouvées
- Migrations faibles et prouvées
- Migrations hypothétiques.

Dans tous les cas les émigrations continues vers la zone du large , probables dès le milieu de la phase exploitée, ne sont pas indiquées sur cette figure pour ne pas la surcharger. L'unité de temps étant le trimestre, selon l'origine du recrutement et leur vitesse de croissance, les listaos peuvent passer un an (cas de croissance tropicale rapide) à trois ans (cas de croissance équatoriale lente) dans les pêcheries. Les principaux mouvements du listao s'organisent donc selon un cycle maximum de trois ans, cycle incluant les cinq recrutements déjà identifiés: le plus important de ces recrutements a lieu au second trimestre au cap Lopez. Il a été évalué par Bard (1986) à 90 millions de recrues. Il semble qu'en fait ces recrues apparaissent déà au premier trimestre en Angola (Cayré, 1985) où elles ne sont exploitées que certaines années. Les trois recrutements complémentaires ont lieu au Sénégal, Cap Vert et en zone Libéria au troisième et quatrième trimestre respectivement.

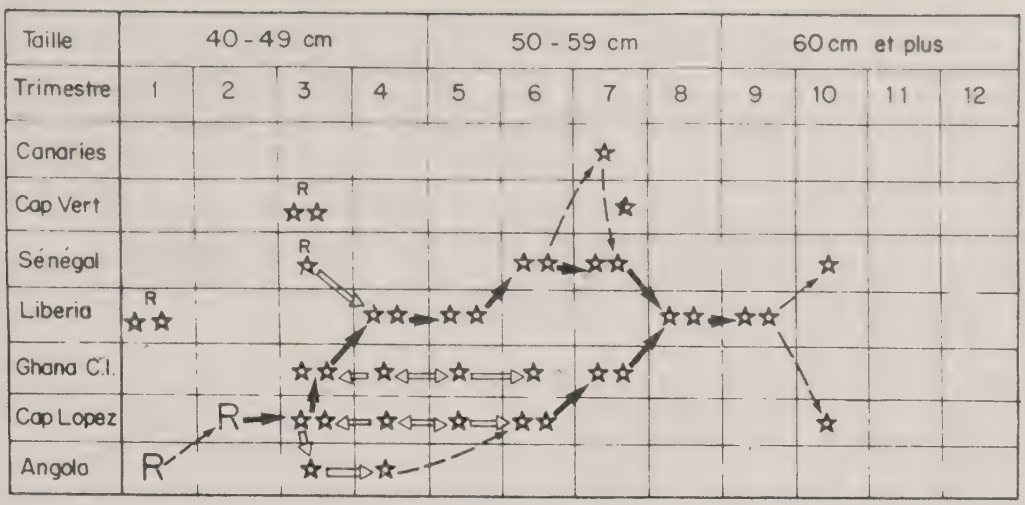
La succession des concentrations, induite par les upwellings côtiers fait apparaître alors clairement la grande migration est-ouest, alimentée en grande partie par le recrutement du cap Lopez. Ces listaos mesurent entre 40 et 50 cm, migrent jusqu'au large du Libéria au cours des trimestres 2, 3 et 4. Dans cette dernière zone une activité de reproduction importante a lieu au quatrième trimestre. Puis ces listaos qui mesurent alors 50 à 60 cm migrent de deux façons :
- Une partie, probablement la plus importante, revient au cap Lopez au cours des trimestres 5 à 6, et reprennent la même migration que l'année précédente, vers l'ouest aux trimestres 6 à 8.
- L'autre partie des listaos migre depuis la zone du Libéria vers les eaux du Sénégal, et probablement plus au nord vers les Canaries, au cours des trimestres 5, 6, 7. En fin d'année, ils migrent en sens inverse vers le sud rejoignant au trimestre 8 la zone Libéria.

Bien qu'une grande partie des listaos de 40 à 50 cm ait migré vers l'ouest aux trimestres 2 à 4, il est aussi probable qu'une composante moins importante demeure dans le golfe de Guinée, ou migre en sens inverse (aux trimestres 3 et 4) vers l'Angola. Lors des trimestres 6 à 8 ils peuvent rejoindre la grande migration vers l'ouest le long des côtes africaines depuis l'Angola ou simplement demeurer dans la partie interne du golfe de Guinée, entre le cap Lopez et le cap des Trois Pointes. Ils peuvent également se reproduire dans cette zone.

Dans tous les cas au-delà du trimestre 8, les listaos mesurant plus de 60 cm deviennent rares dans les captures, et émigrent vers l'Atlantique central. Toutefois un autre cycle migratoire peut se produire au cours de la troisième année pour un contingent résiduel de gros listaos, que l'on retrouve encore au cap Lopez.

Le schéma d'ensemble des migrations du listao est représenté sur la figure 5.21. On remarquera que l'essentiel des captures de listao dans le golfe de Guinée semble alimenté par le recrutement du cap Lopez.

La destinée des recrutements complémentaires des zones Sénégal-Cap Vert et Libéria est moins claire. Les listaos recrutés devant le Sénégal, marqués au troisième trimestre ont rejoint la zone Libéria au trimestre suivant, mais aucune recapture subséquente n'a eu lieu (Cayré et al., 1986). Il est donc possible qu'une partie de ces listaos intègrent le grand



Légende : ☆ Faible abondance, ☆☆ : Forte abondance

R Recrutement modéré, R : Fort recrutement

Migration importante prouvée

Migration moderée prouvée

Migration possible

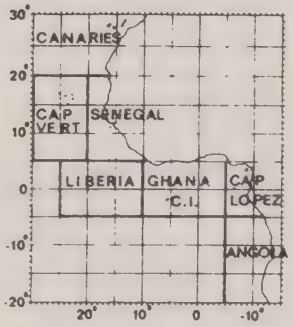


Figure 5.20 Modèle de migration du listao en Atlantique Est, entre sept compartiments, en fonction des trimestres décomptés sur trois ans. On note un recrutement important au cap Lopez au 2ème trimestre, d'une population dont on peut suivre l'évolution sur 9 trimestres. Il est identifié également un fort recrutement en Angola au 1er trimestre, dont l'identité avec celui du cap Lopez n'est pas certaine, et trois recrutements modérés dont le devenir n'est pas bien connu (cas du Cap-Vert en particulier).

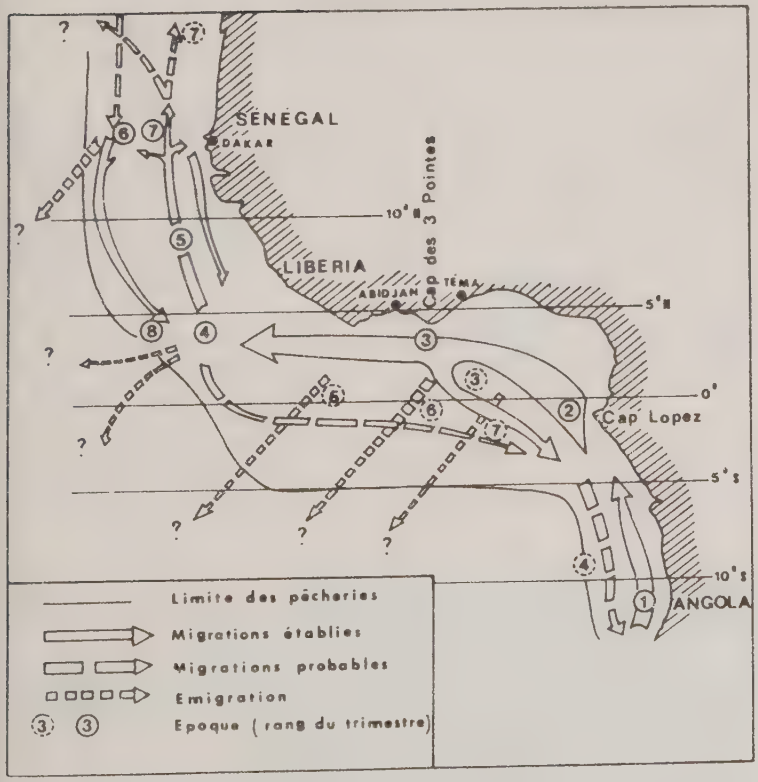


Figure 5.21 Schéma des migrations des listaos dans l'Atlantique Est. Sur cette figure, les époques de passage sont indiquées par les rangs des trimestres, arbitrairement comptés à partir du recrutement qui se produit dans la zone angolaise au premier trimestre. Lorsqu'il existe une alternative dans le parcours migratoire en un endroit quelconque, les époques correspondant à ce second parcours sont indiquées dans des cercles au pointillés (d'après Cayré, 1985 et Bard, 1984).

circuit migratoire du golfe de Guinée, au carrefour de migration que constitue la zone Libéria. Mais il est également possible qu'ils émigrent directement vers le large après un bref séjour dans cette zone. Les listaos recrutés aux Iles du Cap Vert semblent pour leur part émigrer directement vers l'ouest après un bref séjour au troisième trimestre dans cette zone de pêche. Quelques uns pourraient toutefois séjourner en zone Libéria. Le recrutement du Libéria, récemment mis en évidence, a été l'objet d'un marquage ponctuel en 1984 (Bard et Amon, 1986). Ces listaos ont d'abord migré vers l'ouest puis n'ont jamais fait l'objet de recaptures à long terme. Il semble donc que ce contingent émigre vers l'ouest, comme on le pensait, après un bref séjour dans la pêcherie limité au premier trimestre.

Aucune migration transatlantique de listao n'a à ce jour été observée. Toutefois un calcul grossier a permis de montrer que si l'on prend en compte l'importance numérique des marquages, leur localisation (golfe de Guinée, Sénégal), et l'intensité de la pêche du listao en Atlantique Ouest, il n'y avait pratiquement aucune chance pour qu'un listao marqué à l'Est soit recapturé par les pêcheries (jugées peu intenses) de l'Atlantique Ouest. Des échanges de listaos de grande taille pourraient cependant exister entre les pêcheries de l'Atlantique Est et celle de l'Atlantique Ouest, ceci à un taux inconnu.

5.2.2.7. Conclusion

Les migrations du listao ont été étudiées très en détail, et ceci contraste avec les lacunes existant encore sur l'albacore et le patudo. Ce contraste est du à l'effort de recherche international fait plus particulièrement sur cette espèce. On dispose ainsi de toute une série de conclusions utilisables pour l'évaluation du potentiel de capture des listaos en Atlantique Est.

Ces conclusions sont :

- Les listaos de l'Atlantique Est forment un seul stock exploité du Sénégal à l'Angola, durant trois ans au maximum. Ces listaos sont recrutés à partir de 35 cm et séjournent dans les pêcheries jusqu'à la taille maximale de 70 cm. Cependant ils ont une tendance précoce à émigrer vers l'Atlantique central, variable selon les recrutements. Cette tendance est très marquée, pour les listaos dont la taille est supérieure à 60 cm.
- Il y a cinq principaux recrutements actuellement identifiés en zones équatoriale et tropicale. Le principal recrutement a lieu au cap Lopez au second trimestre de l'année. Ces listaos sont ceux qui resteront exploités les plus longtemps en Atlantique Est. Leurs mouvements migratoires sont cycliques le long des côtes d'Afrique, entre le Sénégal et l'Angola. Grâce à la durée de leur séjour dans les pêcheries, ce recrutement semble fournir la majorité des captures de listaos en Atlantique Est.
- Les autres recrutements concernent des listaos qui ne demeurent que peu de temps dans les pêcheries et disparaissent vers l'ouest. Ils constituent donc une fraction de stock probablement peu exploitée à ce jour.

5.2.3 Migrations du patudo

5.2.3.1 Généralités

Le patudo est un thon de grande taille qui peut atteindre 200 kg pour 200 cm environ. Sa croissance est rapide (chapitre 6), et son habitat varie selon les différentes phases de son développement, depuis la zone équatoriale pour les juvéniles, jusqu'aux latitudes subtropicales pour les grands individus. On peut considérer à priori le patudo comme un thonidé très mobile, probablement le plus migrateur des thons tropicaux.

Les patudos sont exploités en Atlantique par des senneurs et des canneurs pour les tailles petites et moyennes, et par des palangriers pour

les grandes tailles (chapitre 4). Au plan biologique, on peut noter que les connaissances sur cette espèce sont très réduites (chapitre 6). Les trois classes de tailles que l'on distinguera pour étudier les migrations apparentes du patudo atlantique, seront donc plutôt basées sur les fréquences de taille observées dans les captures que sur des critères réellement biologiques. Les limites de ces classes pourraient être quelque peu modifiées par une meilleure connaissance des évènements biologiques marquants du cycle vital du patudo.

Les trois classes de tailles que l'on retiendra sont :
- La phase juvénile de 30 à 70 cm (1,5 à 8 kg). Ces patudos sont pêchés en mélange avec des listaos et des albacores juvéniles dans le golfe de Guinée.
- La phase préadulte de 70 à 100 cm (8 à 20 kg), composée d'individus pêchés surtout en zones tropicale et subtropicale nord.
- La phase adulte, plus de 100 cm (soit plus de 20 kg) composée d'individus capturés dans tout l'Atlantique tropical et subtropical.

Comme pour l'albacore, il est intéressant d'examiner en premier lieu la cartographie brute des déplacements rectilignes réalisés par l'ensemble des patudos marqués dans l'Atlantique tropical, sans distinction de classes. (figure 5.22). On remarque que sur environ 8000 patudos marqués, 587 ont été recapturés (7,5 %) après un temps de séjour en mer plus ou moins long et qu'à l'exception de 3 individus, toutes les recaptures ont été faites en Atlantique tropical ou équatorial entre 20° nord et 20° sud et à l'est de 30° ouest. L'examen des distances parcourues en fonction des temps de liberté (tableau 5.4) montre des déplacements rapides à longue distance (jusqu'à 1300 milles en 2 ans). La vitesse moyenne de déplacement des patudos est bien supérieure à celle de l'albacore, et comparable à celle du listao.

On doit noter que les marquages de patudo n'ont jusqu'à présent pas pu être étudiés en fonction des efforts de pêche faute de données concernant l'effort de pêche effectif dirigé sur cette espèce par les senneurs ou les canneurs et à cause du faible effectif de poissons recapturés (n=587).

5.2.3.2. Migrations de la phase juvénile (1,5 à 8 kg)

Comme pour les albacores et les listaos, les patudos sont recrutés entre 30 et 40 cm dans les pêcheries à la senne et à la canne du golfe de Guinée. Ils sont alors pêchés communément dans des bancs mixtes avec des listaos et albacores juvéniles. Les patudos sont en général mal identifiés tant dans les livres de bord des thoniers, que dans les statistiques commerciales de débarquement. La distribution géographique des captures des diverses classes de tailles de patudo ne peut donc être abordée qu'à partir d'échantillonnages réalisés spécialement.

La répartition géographique des captures mensuelles (moyenne de 1979 à 1983) de patudos juvéniles (figure 5.24) est similaire à celle observée pour les albacores juvéniles et les listaos, avec cependant quelques particularités:
- les patudos juvéniles sont présents toute l'année dans la zone équatoriale, et plus saisonnièrement en période d'été boréal et austral dans les zones tropicales nord et sud respectivement.
- de fortes captures ont lieu dans des concentrations particulières bien définies dans le temps, à savoir :
  . la concentration du cap Lopez d'avril à septembre,
  . la concentration du Libéria de novembre à février.
- une zone comprise entre 5° nord et 10° nord face à l'ile de Sherbro semble bien particulière à la capture de patudos juvéniles, plus qu'à toute autre espèce, à des époques se situant entre avril et mai et septembre à novembre.
- des captures saisonnières de patudos juvéniles peuvent aussi s'observer au large du Sénégal et de la Mauritanie. Ces captures assez

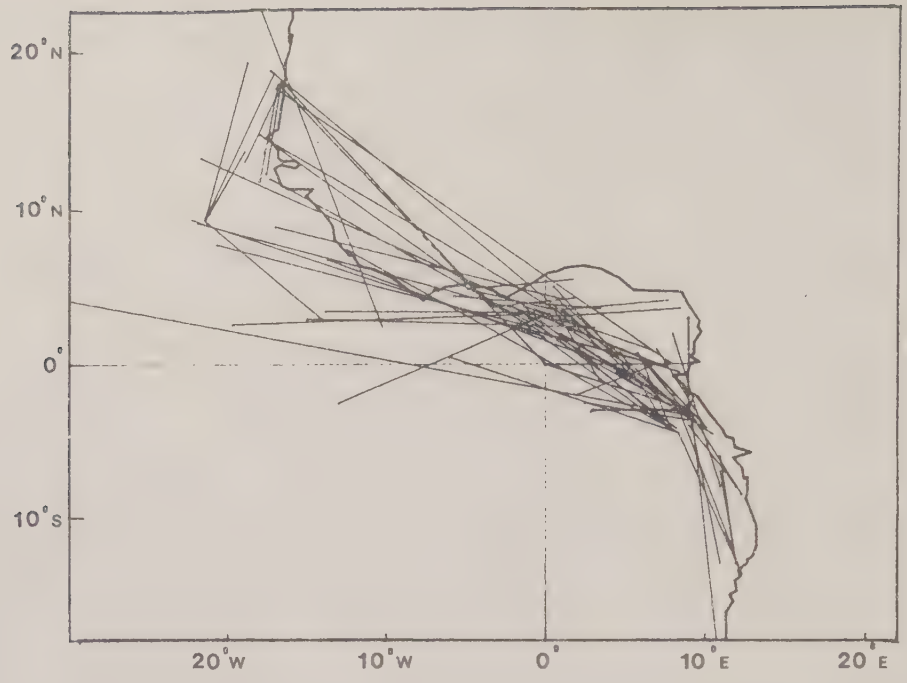


Figure 5.22 Trajets migratoires bruts de l'ensemble des patudos marqués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 300 milles en ligne droite pour des temps à la mer de plus de 30 jours.

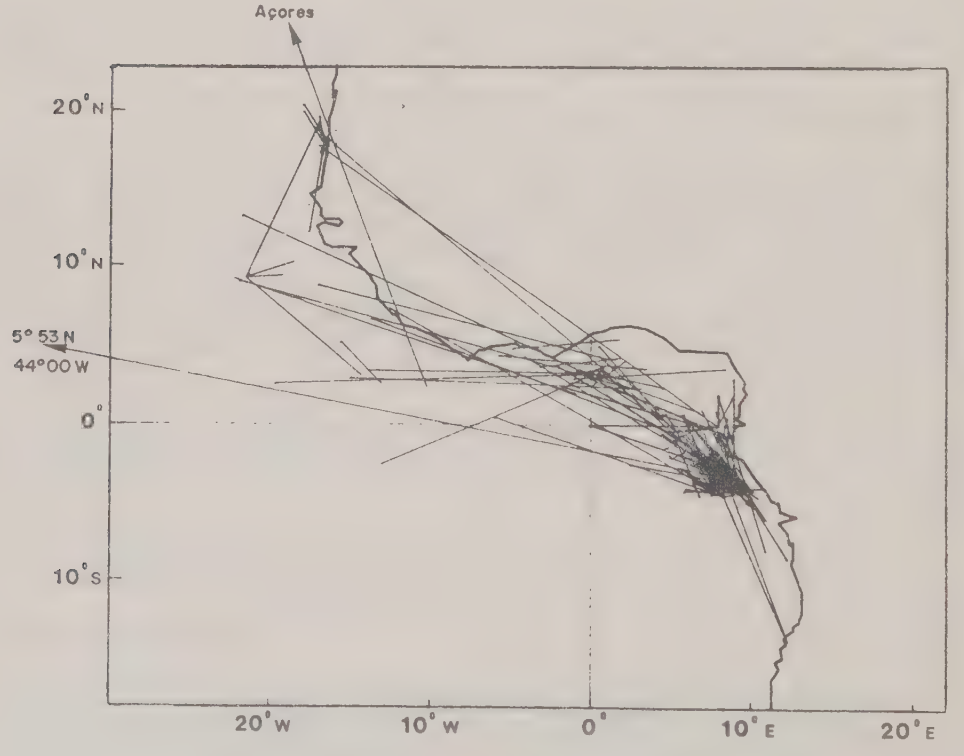


Figure 5.23 Trajets migratoires des patudos juvéniles repris à moins de 70 cm pour l'ensemble des marquages effectués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Les déplacements pris en compte sont ceux de plus de 30 milles en ligne droite et des temps à la mer de plus de 30 jours.

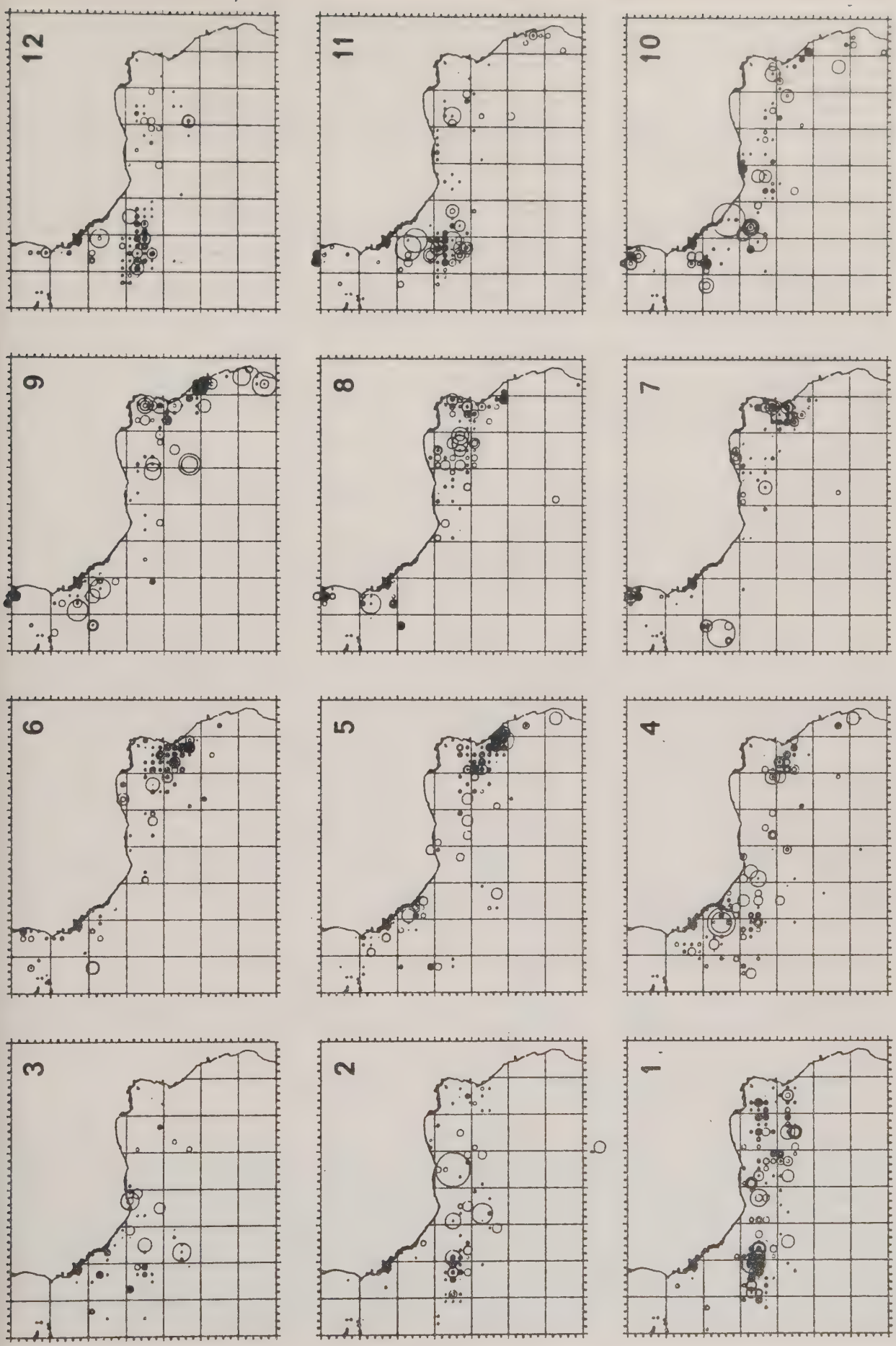


Figure 5.24 Répartition géographique mensuelle des captures de patudos juvéniles (moins de 70 cm) par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

modestes comparées à celles d'albacore ou de listaos, sont limitées à la saison estivale (juillet à novembre) et très liées à l'existence d'un front thermique qui se stabilise en été entre 20° et 21° nord (Cayré et Diouf,1986).

- des captures de patudos juvéniles ont aussi été observées en Angola, où elles apparaissent dans les échantillonnages scientifiques réalisés sur les canneurs angolais (bien que le patudo soit absent des déclarations statistiques de ce pays).

L'ensemble des trajets bruts observés sur les patudos juvéniles marqués et recapturés au cours de la période 1972-1974 (figure 5.23), fait apparaitre un schéma de déplacement similaire à celui observé sur les albacores juvéniles et les listaos avec:

- d'importantes migrations latérales qui suivent la côte d'Afrique depuis le cap Lopez jusqu'au Sénégal en passant par la zone située au large du Libéria.
- quelques migrations vers l'Angola

Deux migrations importantes, soulignent le caractère très migrateur de l'espèce, même à ces petites tailles :

- une migration très rapide (10 milles/jour) depuis le Libéria jusqu'aux Açores
- une migration très importante effectuée par un patudo depuis le Congo jusqu'à un point situé en Atlantique central (5° nord-44° ouest) où il a été recapturé par un palangrier.

Ces deux observations semblent indiquer que les patudos pourraient émigrer précocement hors du golfe de Guinée. Ceci n'avait pas été observé à des tailles semblables, ni pour l'albacore ni pour le listao.

En conclusion, les patudos juvéniles semblent se déplacer rapidement depuis le cap Lopez au second trimestre, jusqu'à la zone du Libéria au quatrième trimestre. Certains pourraient aussi atteindre les zones de Sherbro puis du Sénégal au troisième trimestre. Les deux recaptures très lointaines observées aux Açores et en Atlantique central permettent de faire l'hypothèse d'une émigration précoce (dès les premières années de leur vie), d'une partie des patudos hors du golfe de Guinée. On peut rapprocher cette tendance à l'émigration précoce des patudos, au taux de croissance élevé de l'espèce, taux qui est supérieur à celui des albacores ou des listaos (chapitre 6). Pour confirmer ce schéma migratoire, il faudrait analyser plus précisément les marquages déjà effectués, en fonction de l'effort de pêche et surtout réaliser de nouveaux marquages susceptibles de générer un nombre significatif de recaptures. Par ailleurs des marquages supplémentaires dans certaines zones telles que celle située au large du Libéria semblent également nécessaires.

5.2.3.3 Migrations de la phase préadulte (8 à 20 kg)

Comme le montre la cartographie de la répartition géographique mensuelle moyenne (de 1979 à 1983) des captures de patudo (figure 5.25), les captures proviennent de concentrations limitées dans le temps et dans l'espace :

- concentration du cap Lopez d'avril à septembre
- concentration du Libéria de novembre à janvier

D'une manière générale, la distribution des captures de patudos préadultes réalisées par les senneurs est assez comparable à celle des albacores préadultes ; ces captures semblent toutefois plus éparses. Comme pour les patudos juvéniles, on remarque l'existence d'un certain nombre de fortes captures occasionnelles ce qui semble donc caractéristique de l'espèce. Les captures de patudos préadultes réalisées par les canneurs dakarois sont assez particulières. Elles sont faites en mélange avec des albacores de même taille entre mai et novembre, dans les secteurs proches des côtes du Sénégal et de la Mauritanie et semblent très liées au déplacement sud-nord d'un front thermique qui peut atteindre le cap Blanc.

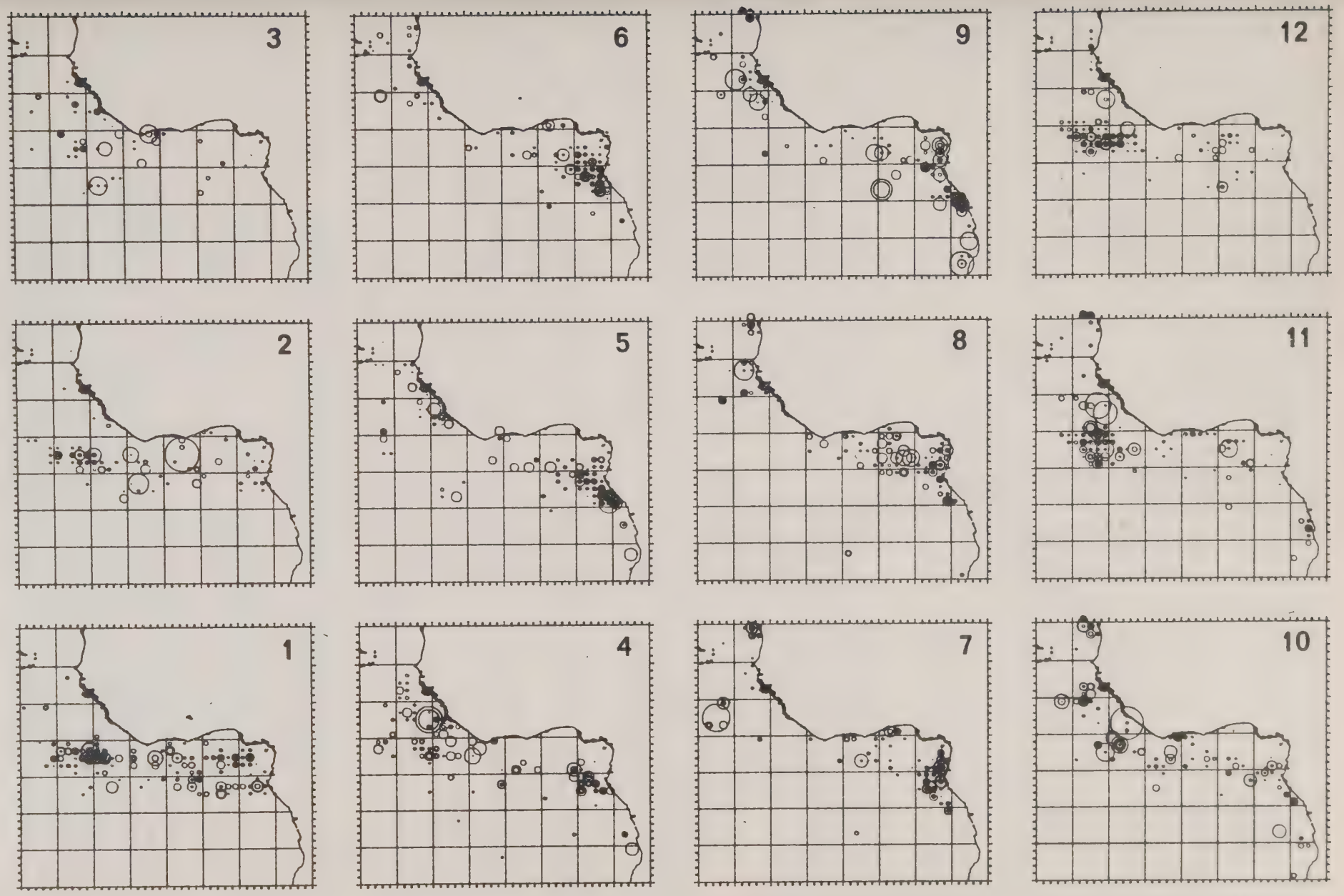


Figure 5.25 Distribution géographique mensuelle des captures de patudos préadultes (de 71 à 100 cm) par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

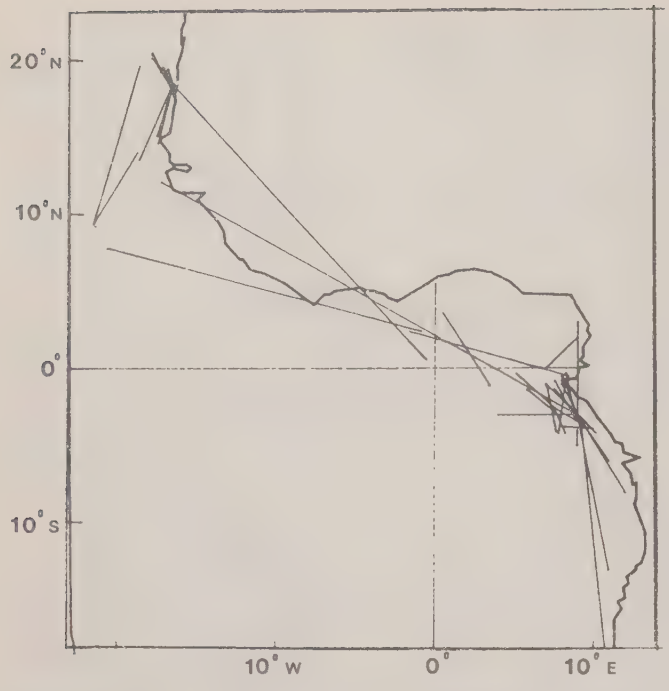


Figure 5.26 Trajets migratoires des patudos juvéniles repris à des tailles de préadultes (71 à 100 cm) pour l'ensemble des marquages effectués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Conditions de sélection identiques à celles de la figure 5.23.

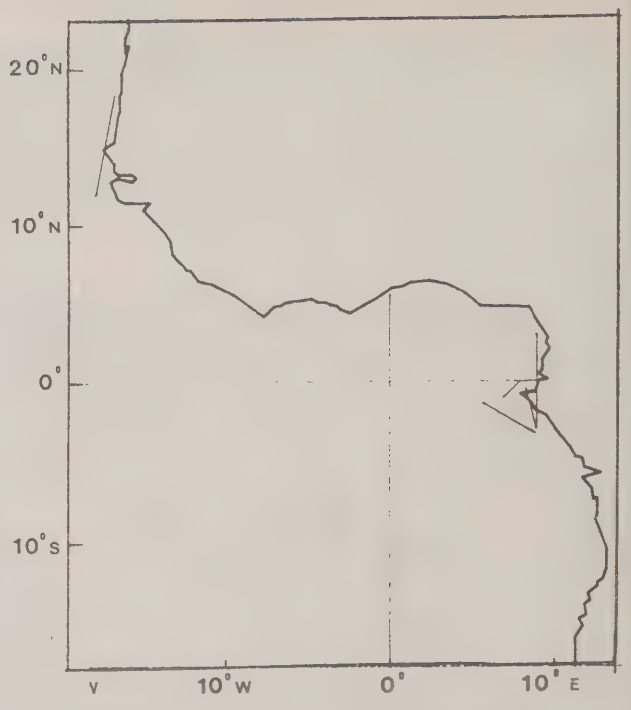


Figure 5.27 Trajets migratoires des patudos juvéniles repris à plus de 100 cm pour l'ensemble des marquages effectués de 1971 à 1984 en Atlantique Est. Conditions de sélection identiques à celles de la figure 5.22.

Tableau 5.4 Distances parcourues par des patudos marqués, (en classes de 100 milles) pour des temps de liberté donnés en classes de trois mois.
La vitesse moyenne brute de déplacement est de 2,81 milles par jour, le coefficient de dispersion correspondant est de 6 741 milles^2 par jour.
Nombre de patudos marqués à l'origine = environ 8 000.
Nombre total de recaptures classées dans ce tableau = 544

DISTANCE	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	>1000
TEMPS											
0-3 mois	267	76	20	40	4	5	2	3		1	3
4-6 mois	20	27	15	5	4	1	1	1		1	4
7-9 mois	1		5	1		1		1		1	3
10-12 mois		1	1	2	1	1					2
13-15 mois	4	4			1	1					3
16-18 mois		4					1				1
19-21 mois											
22-24 mois				1							1
25-27 mois			1								
28-30 mois											
+30 mois	1										

Le tracé des trajets migratoires bruts (rectilignes et sans correction de l'effort de pêche) des patudos, marqués généralement dans la phase juvénile, mais recapturés en phase préadulte (figure 5.26), fait apparaître deux sortes de migrations :

- les migrations à longue distance qui lient les patudos du golfe de Guinée avec ceux du Sénégal, de Sherbro et de l'Angola. Ceci confirme la tendance très migratrice de l'espèce déjà constatée chez les patudos juvéniles. On remarquera tout particulièrement la recapture faite par un palangrier dans le sud de l'Angola (2° sud, 11° ouest) d'un poisson marqué au sud du cap Lopez.
- une série de courts trajets effectués par des patudos marqués dans les zones du cap Lopez et du Sénégal.

Si les courts trajets observés dans la zone du Sénégal semblent bien correspondre avec les mouvements locaux du front thermique déjà signalé, en revanche ceux observés dans la zone du cap Lopez sont plus malaisés à interpréter. Huit de ces trajets, en particulier, ont été effectués par des patudos recapturés un an après leur marquage. Il est donc possible que ces trajets correspondent à une migration cyclique annuelle ou qu'ils résultent simplement de la fréquentation saisonnière de ce secteur par les thoniers.

Les patudos préadultes paraissent donc migrer comme les juvéniles entre le cap Lopez, l'Angola, l'Ile Sherbro et le Sénégal. Des émigrations vers les zones tropicales nord et sud paraissent probables, même si une partie des patudos préadultes semble effectuer une migration cyclique qui les ramène au cap Lopez au bout d'un an. Toutes ces observations demandent confirmation et des analyses plus fines liées à des marquages supplémentaires sont nécessaires.

5.2.3.4 Migrations des patudos adultes

Comme nous l'avons mentionné au paragraphe 5.2.3.1, les captures de gros patudos sont surtout le fait des palangriers dont l'effort de pêche est réparti sur tout l'Atlantique. Les senneurs et les canneurs de Dakar capturent cependant aussi occasionnellement de gros patudos adultes.

La figure 5.28 montre la répartition géographique moyenne mensuelle (1979-1983) de ces captures par les canneurs et senneurs FIS et espagnols; elles se répartissent ainsi :

- la majeure partie est faite au large du cap Lopez de mai à juillet pour les seuls senneurs, et au large du Sénégal et de la Mauritanie d'avril à décembre pour les canneurs et les senneurs.
- des captures moins importantes ont lieu en septembre devant l'Angola.
- comme pour les deux autres classes de tailles de patudos (juvéniles et préadultes) on observe parfois des prises importantes et isolées de gros patudos en divers endroits de la pêcherie et notamment au large de la côte d'Ivoire.

Les captures de gros patudos effectuées par les canneurs des Canaries, de Madère et des Açores sont côtières et saisonnières. La haute saison de pêche des Canaries s'étend de mars à mai, bien qu'il y ait des captures toute l'année (Santos, 1977). A Madère la pêche se pratique également toute l'année, mais avec un maximum en mai (Carvalho et al., 1983). Aux Açores, la pêche est réellement saisonnière d'avril à juillet (Pereira, 1983).

Les palangriers asiatiques recherchent préférentiellement les patudos depuis une dizaine d' années (1975), comme en témoigne l'utilisation de plus en plus fréquente de palangres spécialement conues pour les pêcher en profondeur (250-300 m). La répartition géographique annuelle de ces captures palangrières est très particulière (figure 6.24) , on y remarque :

- une concentration générale des captures dans la partie est de l'Atlantique avec deux zones de captures particulièrement fortes situées respectivement entre 5° nord et 20° nord depuis la côte jusqu'à 35° ouest,

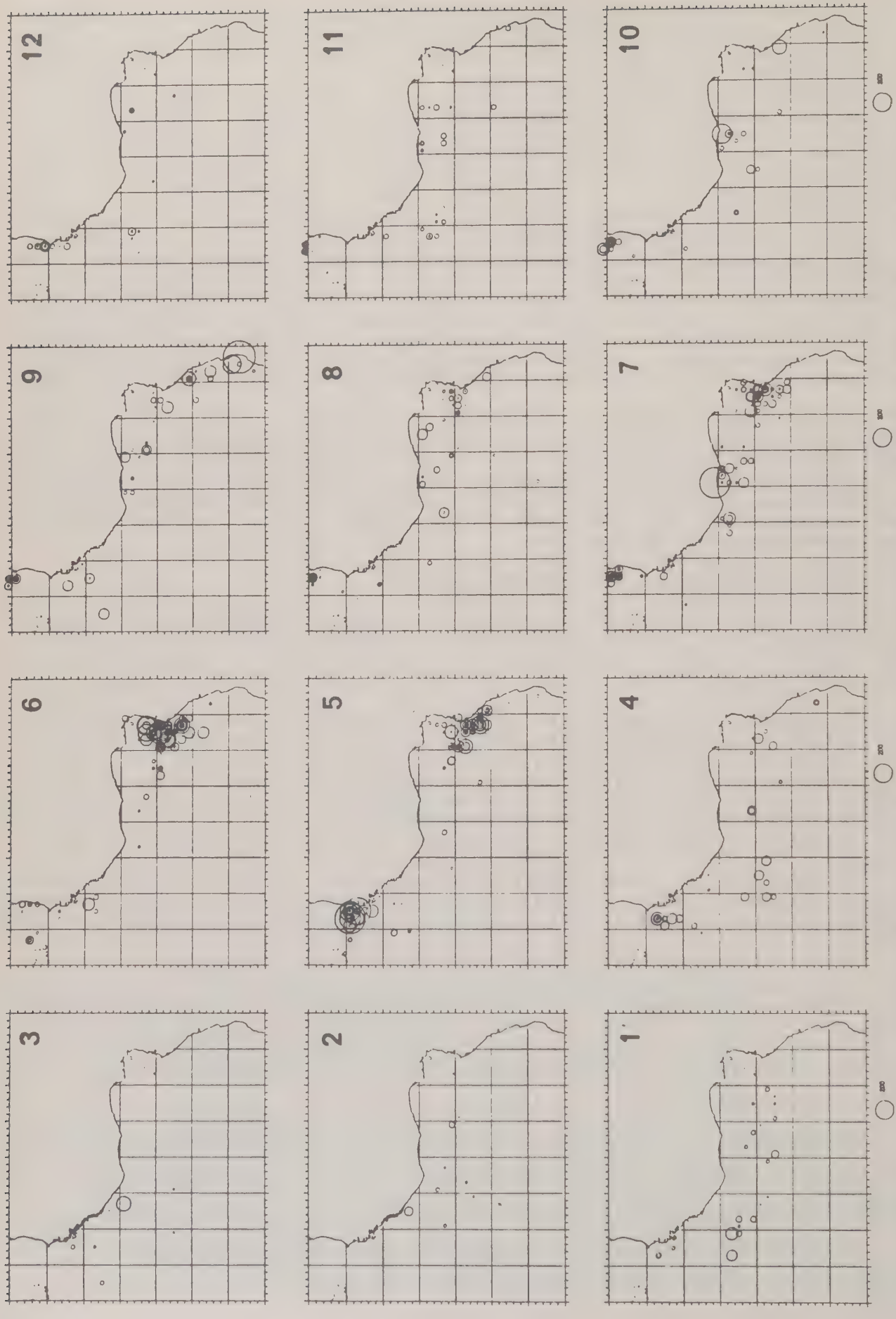


Figure 5.28 Distribution géographique mensuelle des captures de patudos adultes (de plus de 100 cm) par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 en Atlantique Est.

et entre 5° sud et 20° sud depuis la côte jusqu'à 5° ouest.

- trois zones de faibles rendements situées respectivement de part et d'autre de l'équateur entre 5° nord et 5° sud, en zone subtropicale nord (de 30° nord à 45° nord) et en zone subtropicale sud entre 25° sud et 40° sud. Le golfe de Guinée lui-même fait donc partie d'une de ces grandes zones de captures très moyennes.

La répartition trimestrielle des captures dans ces différentes zones (chapitre 4) montre que la zone de forte densité de pêche de la zone tropicale nord existe bien toute l'année, mais oscille entre 10° nord et 20° nord selon les saisons. A l'inverse la zone subtropicale sud, comprise entre 25° sud et 40° sud où les pêches sont moyennement intenses, n'existe qu'en été austral. Ces différentes observations conduisent à penser que les patudos adultes effectuent d'importantes migrations saisonnières.

En matière de marquage, les récupérations de patudos adultes sont rares et ne peuvent guère faire l'objet d'une analyse détaillée (figure 5.27). Les quatres recaptures observées devant le cap Lopez et celle observée devant le Sénégal correspondent à des patudos marqués à des tailles de préadulte et recapturés environ un an après leur marquage. Les faibles distances apparemment parcourues au cours de cette année de liberté peuvent conforter l'hypothèse d'une migration annuelle cyclique, hypothèse déjà évoquée pour les patudos préadultes. Il faut cependant souligner l'absence de recaptures de patudos adulte par les palangriers.

Il est donc actuellement très difficile de lier les quelques pêches de patudos adultes effectués par les engins de surface dans le golfe de Guinée, avec les pêches importantes effectuées par les palangriers dans le reste de l'Atlantique. Il semble en fait que les patudos adultes aient en majorité émigré à l'état de juvéniles ou de préadultes de la partie interne du golfe vers les zones tropicales, voire subtropicales. Les pêcheries à la palangre montrent une très large répartition de ces patudos adultes qui entreprennent probablement des migrations saisonnières très importantes à l'échelle de l'ensemble de l'Atlantique. Toutefois ces adultes doivent regagner la zone équatoriale pour se reproduire puisque celle-ci constitue la zone de ponte la plus importante connue à ce jour (paragraphe 6.1.1). Le développement continu et récent de la pêche palangrière profonde devrait permettre des études plus fines sur ce sujet. Des marquages de gros patudos seraient également très utiles.

5.2.3.5 Déterminisme des migrations des patudos

Si l'on admet que les patudos de moins d'un mètre sont le plus souvent sexuellement immatures, les migrations observées de ces individus depuis le golfe de Guinée vers les zones tropicales nord et sud sont très probablement liées à une recherche de nourriture. On peut alors rapprocher ces migrations de celles des listaos ou des albacores juvéniles, qui semblent liées aux développements successifs des différents upwellings côtiers ou équatoriaux. La migration des patudos en zone tropicale nord, en été boréal, suivrait le même schéma, avec cependant une amplitude supérieure à celle observée pour les albacores, puisque les jeunes patudos peuvent parfois remonter jusqu'au golfe de Gascogne (4° nord).

Les lieux de reproduction des patudos adultes déterminés par l'analyse des indices gonado-somatiques et la répartition des larves, semblent se situer dans une vaste zone équatoriale (15° nord-15° sud) à travers tout l'Atlantique. Par ailleurs les larves de patudos sont trouvées conjointement avec celles d'albacore dans des eaux dont la température est égale ou supérieure à 24°C (Caverivière et Suisse de Sainte Claire, 1980). Enfin les patudos adultes capturés aux Açores sont toujours totalement immatures (Pereira, com. pers.)

Il semble donc probable que les patudos adultes effectuent pour se reproduire d'importantes migrations entre les latitudes subtropicales nord et sud, et la zone de reproduction équatoriale. Cependant on ignore encore totalement aussi bien la fréquence que l'importance de la fraction de la

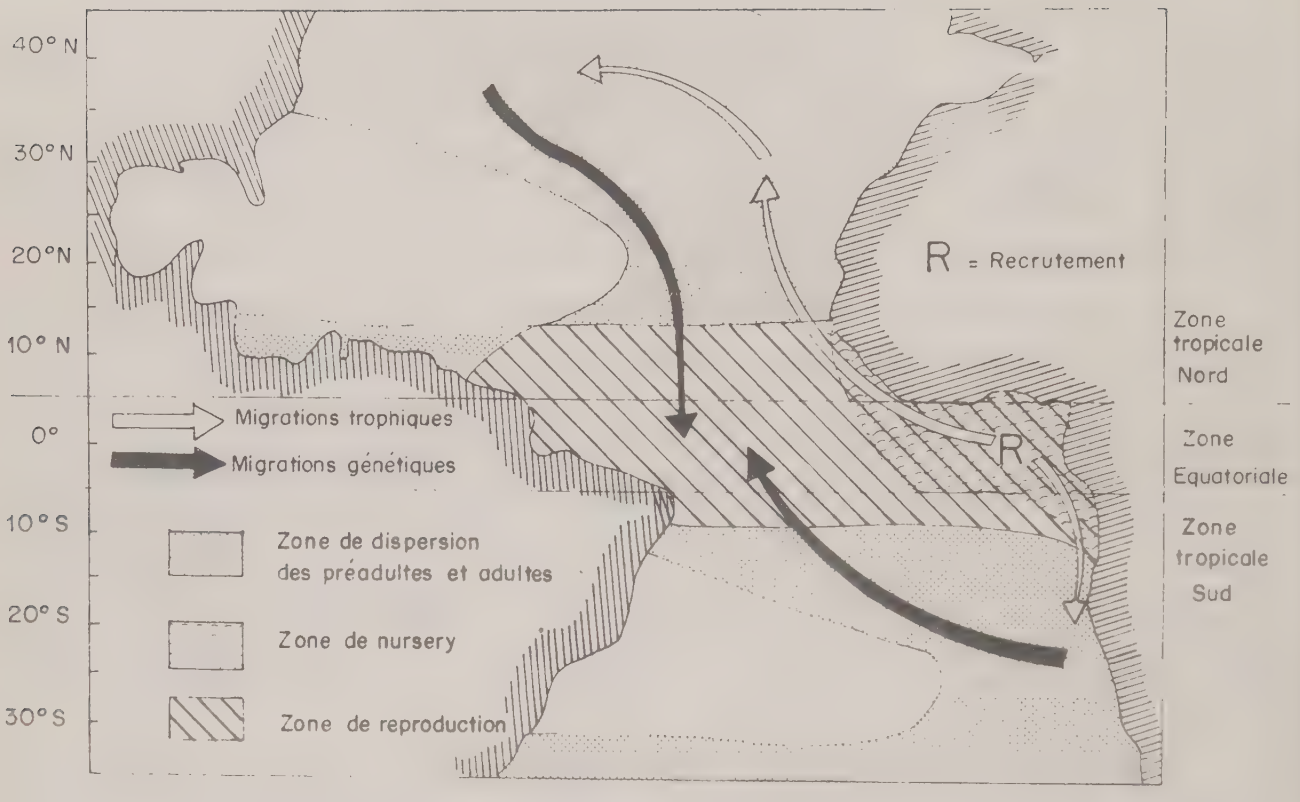


Figure 5.29 Schéma migratoire du patudo Atlantique

population atlantique de patudos concernée par ces migrations. De même l'existence et l'importance des échanges qui se produiront entre adultes venus des zones nord et sud, en zone équatoriale est totalement inconnue. Ces différents points sont pourtant essentiels en matière d'aménagement des pêcheries.

5.2.3.6 Modèle de migration du patudo de l'Atlantique

Après examen de l'ensemble des données disponibles, on ne peut proposer qu'un modèle très schématique des migrations de l'espèce ; ce modèle implique plusieurs hypothèses plus ou moins fondées.

L'analyse des données de capture et celle des marquages permettent néanmoins de conforter nettement l'hypothèse selon laquelle il n'existe qu'un stock unique de patudo en Océan Atlantique. Les principaux faits qui plaident en faveur de cette hypothèse sont :

- existence d'une nourricerie unique de patudos juvéniles située dans le golfe de Guinée,
- émigration des patudos depuis cette nourricerie aussi bien vers le nord que vers le sud, à des distances parfois très importantes (Açores et sud de l'Angola).

Il n'est pas possible de se prononcer avec certitude sur le caractère définitif ou cyclique des émigrations de patudos juvéniles et préadultes depuis le golfe de Guinée en direction des hautes latitudes nord ou sud. L'existence d'une zone de ponte unique située de part et d'autre de l'équateur semble impliquer l'existence importantes migrations cycliques des patudos adultes exploités dans les régions subtropicales nord et sud. Compte tenu de ces différentes hypothèses et incertitudes, seule une représentation schématique des migrations du patudo dans l'Atlantique a pu être établie (figure 5.29).

5.2.3.7 Conclusion

Les migrations du patudo demeurent mal connues, ce qui est paradoxal car elles semblent être les plus importantes de celles observées chez les thons tropicaux. Les raisons de cette méconnaissance proviennent en grande partie du fait que pendant de longues années le patudo était considéré comme une espèce accessoire, souvent confondue avec l'albacore tant par les pêcheurs que par les scientifiques ; il en est résulté pendant longtemps une grande imprécision dans les données statistiques concernant cette espèce. Cette situation n'est d'ailleurs pas propre au secteur étudié puisque dans presque tous les secteurs de pêche au monde le problème de l'identification des jeunes patudos est mal résolu, et que les marquages ont été très rares, seulement 1000 patudos marqués hors de l'Atlantique d'après Hunter et al., (1986). Depuis quelques années on constate un accroissement des pêches de patudo dans l'Atlantique, du fait des palangriers notamment. Le regain d'intérêt économique pour cette espèce devrait logiquement stimuler l'effort de recherche dirigé sur le patudo.

5.3. PETITS THONIDES ET ESPECES VOISINES

5.3.1. Introduction

La migration des thonidés mineurs et espèces voisines a été très peu étudiée dans la zone. En effet les méthodes classiques pour déterminer les déplacements des poissons sont, soit très peu utilisées pour ces espèces (marquage), soit insuffisantes du fait de la médiocre qualité des données de base (données liées à l'exploitation et à la biologie des espèces). Néanmoins des observations sur la répartition géographique des espèces, en fonction des différents stades de développement et l'analyse des variations saisonnières des prises déclarées par espèce, permettent de préciser les principales périodes de présence de chacune des espèces dans différentes

zones . Les seuls résultats de marquage disponibles dans la zone de l'étude concernent la thonine et la bonite à dos rayé, mais ces résultats ne concernent que les stocks côtiers exploités au Sénégal essentiellement par les pêcheries artisanales.

5.3.2 Thonine (Euthynnus alletteratus)

5.3.2.1 Distribution géographique selon les différents stades de développement

Répartition des larves et juvéniles

Les larves sont distribuées de la Mauritanie à l'Angola. Elles sont plutôt côtières mais peuvent être aussi collectées très au large. Collectées en surface pendant le jour, elles peuvent être collectées à des profondeurs de 50 m et plus, pendant la nuit (Zhukova, 1971). Les juvéniles, de taille inférieure à 30 cm sont très côtiers et pêchés par les sennes de plage, en Côte-d'Ivoire (Marchal, 1963) et au Sénégal (Diouf, 1980).

Répartition des adultes

Les thonines adultes présentent une distribution qui semble plus ou moins continue du Maroc à l'Angola. Les différentes observations faites sur ces individus montrent que les adultes sont pêchés en surface sur et légérement au delà du plateau continental. Ils peuvent descendre jusqu'à 150 m de fond (Postel, 1955). Les préadultes de taille inférieure à 40 cm sont côtiers. Les thonines de plus grande taille peuvent se rapprocher des côtes en côte d'Ivoire (Marchal, 1963) et au Sénégal (Diouf, 1980) à certaines saisons.

5.3.2.2 Migrations et saisons de pêche

Marquage

Les marquages réalisées au Sénégal depuis 1981 ont permis de relacher 1190 individus (Diouf, 1985). les premières recaptures, une trentaine d'individus, ont permis d'observer des déplacements de part et d'autre du Cap-Vert en saison chaude (mai-octobre). Champagnat et al., (1979) ont recapturé en janvier, à Dakar, une thonine marquée en novembre à Nouakchott. Il semble donc y avoir un déplacement des thonines dans les deux sens Mauritanie - Sénégal. Rey et Cort (1980) ont montré que les thonines se déplacent de la Méditerranée occidentale vers l'Atlantique nord est en passant par le détroit de Gibraltar.

Variations saisonnières des prises

En Mauritanie, les statistiques disponibles montrent que la thonine y est abondante en septembre. Au Sénégal, la thonine est présente toute l'année dans la zone du Cap-Vert, mais sur l'ensemble du plateau continental, les pêches les plus importantes ont lieu de janvier à juin (Diouf, 1980). Marchal (1963) note que les captures en Côte-d'Ivoire sont importantes en février mais que les thonines y sont présentes toute l'année sur le littoral. Au Bénin, les thons en général sont présents de janvier à mars et de septembre à décembre. L'analyse des données transmises à l'ICCAT, montre qu'au Ghana, les prises peuvent être importantes ; en Angola le maximum des prises se situe de février à mai. Les données obtenues sur les senneurs français (Stretta, com. pers.; Bard et Kothias, 1984) et sur les senneurs espagnols (Diouf et Rey, 1985) évoluant sur les côtes atlantiques de l'Afrique montrent que la thonine est présente toute l'année de la Mauritanie à l'Angola; mais ces données ne permettent pas d'étudier les variations saisonnières de cette répartition.

Analyse des fréquences de taille

Chur (1975) a étudié la variation de taille des thonines capturées de la Mauritanie à l'Angola. Il a rencontré les tailles moyennes les plus grandes du sud du Cap Blanc à la Sierra Léone. Au sud de cette zone, les individus ont une taille moyenne inférieure à 50 cm. Diouf (1980, 1985) a montré que les thonines de grande taille (supérieure à 60 cm) sont présentes au Sénégal de janvier à juin; autour du Cap-Vert, les individus de tailles intermédiaires (50-60 cm de LF) sont faiblement représentés dans les captures alors qu'ils sont présents en plus fortes proportions en Sierra Léone et en côte d'Ivoire (Chur, 1975; Marchal, 1963).

5.3.3 Auxide (Auxis sp.)

5.3.3.1 Distribution géographique selon les différents stades de développement

Répartition des larves et juvéniles

Les larves d'auxides sont très abondantes en Atlantique oriental. Elles sont récoltées en surface, près des côtes, mais aussi sur le rebord et au dessus du plateau continental. Les données sur les juvéniles sont très peu nombreuses. Toutefois, au Sénégal, des individus de taille inférieure à 30 cm sont pêchés dans la baie de Gorée en saison chaude (juillet-août), Diouf (1985).

Répartition des adultes

Les adultes d'auxides sont présents de la Mauritanie à l'Angola. Au Sénégal, les individus de taille comprise entre 30-35 cm sont pêchés près des côtes à partir de mai, mais la distribution spatiale des prises d'auxides en Atlantique Est semble indiquer que les adultes sont aussi hauturiers (Diouf, 1985).

5.3.3.2 Migrations et saison de pêche

Marquage

Très peu de marquages ont été réalisés dans la zone. Au large de Dakar, 8 individus seulement ont été relachés et aucune recapture n'a été enregistrée.

Variations saisonnières des prises

Sur les côtes africaines de l'Atlantique, les auxides sont pêchées durant toute l'année (Diouf et Rey, 1985). L'espèce est très commune dans les débarquements des senneurs mais les prises réalisées dans les différentes zones sont très variables d'une année à l'autre et ne permettent pas de définir des saisons de pêche bien marquées. En Angola cependant, les prises ont essentiellement lieu au premier et au quatrième trimestre. Essentiellement côtières il y a quelques années (1979), les captures semblent, comme pour les albacores et les autres thonidés majeurs, s'étendre progressivement vers le large.

Analyse des fréquences de taille

Les tailles des auxides pêchées en Atlantique tropical oriental varient de 30 à 50 cm. Les tailles des individus les plus nombreux dans les captures se situent entre 35 et 45 cm. Dans le golfe de Guinée ce sont plutôt les individus de plus de 35 cm qui sont exploités ; au large du cap Lopez, des individus de taille inférieure à 40 cm sont prédominants dans les prises. Les individus pêchés à la traîne près de Dakar, ont des tailles comprises entre 30 et 35 cm (Diouf,1985).

5.3.4 Bonite à dos rayé (Sarda sarda)

5.3.3.1 Distribution géographique selon les différents stades de développement

Répartition des larves et juvéniles

Très peu d'informations sont disponibles en Atlantique Est. Rodriguez Roda et Dicenta (1980) ont trouvé des larves de bonite à dos rayé en Atlantique nord-est sur les côtes marocaines à une distance allant de quelques milles à environ 10 milles des côtes. Ailleurs en Atlantique Est, il n'a pas été fait mention de collecte de larves.

Répartition des adultes

Au Sénégal, la bonite à dos rayé est pêchée en surface sur le plateau continental où elle ne dépasse guère l'isobathe des 120 m. Elle n'a jamais été signalée au large par les thoniers senneurs opérant en Atlantique Est, de la Mauritanie à l'Angola. Au Sénégal, de juin à novembre, les individus semblent se rapprocher de la côte (Diouf, 1980). Les préadultes de taille inférieure à 40 cm sont plus côtiers.

5.3.4.2 Migrations et saisons de pêche

Marquage

Les campagnes de marquages effectuées au Sénégal en mai-juin 1985 ont permis de relacher 394 bonites à dos rayé (Diouf,1985). Quelques recaptures ont été faites au voisinage des zones de marquage en juin et au sud des côtes mauritaniennes en septembre.

Rey et al., (1980) ont montré qu'il y a un mélange entre les populations de bonite à dos rayé de la méditerranée occidentale et de l'Atlantique nord est. L'espèce peut donc effectuer des migrations de grande amplitude dans sa zone de distribution. La distance moyenne parcourue est de 2,6 km/jour mais peut varier de 0,2 à 35,6 km/jour,(Rey et al., 1980).

Variations saisonnières des prises

Les apparitions massives de bonite à dos rayé sur le plateau continental sénégalais ont lieu de janvier à avril. A partir de mai-juin l'espèce devient rare. Elle disparait jusqu'en octobre puis certains individus isolés réapparaissent à partir de novembre (Diouf, 1980). Au Ghana des pêches de bonite à dos rayé ont été signalées sans d'autres précisions, alors qu'en Angola, les déclarations faites à l'ICCAT font état de prises importantes au premier et au quatrième trimestre.

Analyse des fréquences de taille

Les données de fréquence de taille ne sont disponibles qu'en Angola et au Sénégal. Les tailles des individus capturés par les canneurs angolais s'échelonnent de 30 à 60 cm. Les classes les plus nombreuses se situent entre 40 et 50 cm. Les plus petites classes arriveraient dans les pêcheries au 4ème trimestre. Au Sénégal, les tailles capturées vont de 30 à 65 cm. Comme en Angola les individus des classes 45-50 cm sont les plus nombreux dans les échantillons de janvier à mai. A partir de juin, des petits individus de taille moyenne 35-40 cm sont débarqués. Les lignes de traîne exploitent des individus de 30-45 cm de janvier à juin, près des côtes.

5.3.5 Maquereau bonite (Scomberomorus tritor)

5.3.5.1 Distribution géographique selon les différents stades de développement

Répartition des larves et juvéniles

Très peu d'informations sont disponibles dans la zone mais elles montrent que les larves, essentiellement côtières, peuvent être pêchées au large, entraînées probablement par les courants. Les larves sont collectées la nuit à des profondeurs d'une centaine de mètres ou durant le jour dans la couche de surface voire exceptionnellement jusqu'à environ 50 mètres de profondeur (Zhudova, 1969). La distribution des post-larves et juvéniles d'une taille de 40 à 220 mm est très mal connue. Cependant, un nombre important de ces individus est capturé à la senne de plage au Sénégal pendant la saison chaude (Diouf, 1980).

Répartition des adultes

L'espèce est présente dans la zone côtière de la Mauritanie à l'Angola: Au Sénégal, les captures de maquereau bonite se font en surface au Sénégal essentiellement sur des fonds inférieurs à 40 mètres (Diouf, 1980). Zhudova (1969), estime que les adultes peuvent abandonner leur habitat côtier pour le large à certaines périodes.

5.3.5.2 Migrations et saisons de pêche

Marquage

Pas de données dans la zone d'étude.

Variations saisonnières des prises

Au large des côtes sénégalaises, les prises les plus importantes se font en saison chaude (Diouf, 1980). En Mauritanie, les statistiques disponibles révèlent que les prises passent par un maximum en mars(Bergerard et al., 1981). Dans le golfe de Guinée les informations sont très insuffisantes, mais des prises de surface relativement importantes sont déclarées au Ghana et au large des côtes de l'atlantique Est par l'URSS .

Analyse des fréquences de taille

Dans la zone de distribution, seules sont disponibles les données de taille concernant les individus exploités au Sénégal. La majorité des captures est réalisée sur les fonds de 20 à 25 mètres et se compose essentiellement de poissons dont la taille est comprise entre 40 et 70 cm. Les sennes de plage capturent des juvéniles (10-20 cm de LF) et des préadultes dont les tailles sont inférieures à 30 cm durant la saison chaude près des côtes.

5.3.5.3 Facteurs écologiques liés à la répartition

Au Sénégal, des apparitions massives de maquereau bonite ont lieu en saison chaude; toutefois quelques captures sont réalisées au sud du Sénégal dans des eaux dont la température est comprise entre 18°C et 21°C (Diouf, 1980). Le maquereau bonite est abondamment pêché par les sennes de plage de juillet à novembre, période pendant laquelle une dessalure locale relativement importante (de l'ordre de 34 °/oo) est enregistrée dans la frange côtière sénégalaise. Postel (1955) note des captures en Guinée dans des eaux dont la salinité est très faible (31.8 °/oo). L'espèce est présente en lagune en côte d'Ivoire (Aldrin et al., 1972) et dans la lagune de Lagos (Fayade et Olaniyun, 1974). Postel (1955) note que "les remontées d'eaux froides qui caractérisent le littoral nord du Sahara espagnol d'une part et la région de Walvisbay d'autre part, opposent à S. tritor des

barrières qu'il ne peut contourner vers le large en raison de son assujettissement à la zone strictement côtière. C'est ce qui explique son absence dans des régions comme le Maroc où les conditions nécessaires à sa présence sont pourtant réalisées pendant l'été." Zhudova (1969) note cependant que la collecte de larves de petite taille (3.5 mm à 5.8 mm) à plus de 1000 milles de la côte suggère que les adultes de cette espèce pourraient, à certaines périodes, abandonner leur habitat côtier pour le large.

Les différentes observations montrent donc que le maquereau bonite est une espèce essentiellement côtière présentant une large tolérance à la salinité mais apparait sensible à la température qui doit être supérieure à 17°C.

5.3.6 Autres espèces

5.3.6.1 Migrations et saisons de pêche de la palomette (Orcynopsis unicolor)

La palomette est une espèce côtière formant des bancs d'une vingtaine de mètres de diamètres en deça de l'isobathe des 30 mètres (Postel, 1956). Au Sénégal les pêches de palomettes adultes s'effectuent de décembre à juin, alors que les plus jeunes individus sont pêchés en août-septembre. En Mauritanie, la palomette est abondante de juillet à décembre (Maigret, 1973). Les adultes sont pêchés dans des eaux où la température est inférieure à 20°C, alors que les jeunes semblent plus tolérants à ce facteur.

5.3.6.2 Le Wahoo (Acanthocybium solandri)

Pas d'informations, bien que l'espèce soit présente et exploitée dans la zone.

5.3.7 Conclusion sur les migrations des petits thonidés

Les migrations des petits thonidés de la zone d'étude demeurent pour la plupart inconnues; La simple description des captures par tailles est très incomplète du fait des statistiques de pêche médiocres; les marquages et recaptures sont totalement insuffisants pour évaluer les éventuelles migrations des individus exploités par les pêcheries côtières de la région.

6. BIOLOGIE DES THONS

par

P. Cayre, J.B. Amon Kothias, T. Diouf et J.M. Stretta

6.1 THONIDES MAJEURS : ALBACORE, LISTAO, PATUDO.

6.1.1. Reproduction des thonidés majeurs: albacore, listao, patudo

6.1.1.1. Introduction

La reproduction est le phénomène physiologique fondamental par lequel une espèce assure sa pérennité. Les modalités générales de la reproduction peuvent différer d'une espèce à l'autre ; par ailleurs des variantes d'une modalité donnée de reproduction peuvent parfois apparaitre au sein d'une même espèce en réponse à des conditions particulières de l'environnement au sens large du terme.

Pour des espèces pélagiques océaniques hautement migratrices comme l'albacore (Thunnus albacares), le listao (Katsuwonus pelamis) et le patudo (Thunnus obesus), il importe tout d'abord de définir les modalités générales de la reproduction (taille à la première maturité, périodes et zones de ponte, nombre de pontes, fécondité etc...) avant d'essayer d'en connaitre les variantes spécifiques potentielles. Cette approche synthétique est bien entendu imparfaite et demande à être complétée par des études ponctuelles des variantes que peuvent introduire, dans un schéma reproducteur donné, la pêche, des variations de l'environnement physico-chimique (variations climatiques, spécificités régionales...) ou biologique (nourriture, prédateurs, compétiteurs...).

Ces deux approches sont donc nécessairement complémentaires, et requièrent des moyens particuliers notamment au plan de l'échantillonnage si l'on fait exception des études conduites à partir de poissons tenus en captivité. L'approche synthétique ne peut très généralement se faire que moyennant un vaste plan d'échantillonnage, qui doit dans l'idéal recouvrir simultanément (et pendant une durée d'au moins un an pour les espèces vivant plus d'un an) l'ensemble de l'aire de répartition et l'ensemble des tailles de l'espèce étudiée. L'ampleur de la tâche en ce qui concerne les thons, explique que cette approche synthétique ne soit de fait souvent réalisée qu'à postériori, et que la modalité générale de reproduction ne soit souvent déduite que d'une mosaïque d'études ponctuelles à caractère régional. Pour mettre en évidence et éventuellement expliquer les variantes d'une modalité de reproduction donnée, il faut assurer un suivi des études de reproduction sur une longue période et en différents points de l'aire de répartition de l'espèce.

Dans l'Atlantique oriental tropical nous nous attacherons à partir des études les plus récentes, les plus complètes et pertinentes, à évoquer successivement pour chacune des trois espèces, albacore, listao et patudo, les différentes composantes des modalités de la reproduction : maturation des gonades, périodes et zones de reproduction, taille à la première maturité, fécondité. Lorsque pour une espèce donnée des variantes spatio-temporelles des modalités de reproduction semblent clairement démontrées, nous les soulignerons à chaque fois.

6.1.1.2. Méthodes d'études de la reproduction des thons de l'Atlantique tropical oriental.

La détermination des modalités de reproduction de l'albacore, du listao et du patudo de l'Atlantique a été faite à partir de diverses méthodes qui reposent sur l'une ou l'autre des options suivantes :

- Echantillonnage des poissons de différentes tailles capturés en mer et examen plus ou moins approfondi de leurs organes reproducteurs (gonades).
- Campagnes de prospection en mer et de collecte de larves.

Aucune étude de la reproduction à partir de poissons maintenus en captivité n'a été faite dans la zone qui intéresse la présente synthèse.

6.1.1.2.1. Observation des gonades

Quatre types d'analyses ou d'observations peuvent être faites à partir des gonades prélevées sur les poissons échantillonnés :

- Observation macroscopique de l'aspect des gonades entières: cette observation permet de déterminer le sexe et d'établir une échelle de maturité des gonades (stades de maturation). La fréquence d'apparition de ces différents stades selon les zones et les époques peut permettre de déterminer grossièrement les lieux et époques de reproduction, voire les tailles des poissons à la première maturité.
- Observation histologique des gonades : à partir de coupes minces qui sont colorées en général à l'hématoxyline-éosine, une observation microscopique permet en partie de mieux suivre et de comprendre le processus de maturation des gonades.
- Calcul d'index de maturité : connaissant le poids des gonades, deux types d'index de maturité peuvent être calculés :

a) le rapport gonado somatique ou RGS dont la formule est :

$RGS = PG/P \times 100$ avec

P = Poids du poisson entier en grammes
PG = Poids des gonades en grammes

b) l'index gonado somatique, ou IGS

$IGS = PG/L^3 \times 10^n$ avec

PG = Poids des gonades
L = Longueur du poisson
n = constante dont la valeur dépend de l'espèce et des unités choisies pour $PG/L^3 \times 10^n$

Ces deux index sont censés traduire, indépendamment de la taille des poissons, l'état de maturité sexuelle. Des valeurs élevées de ces index indiquent la proximité de la ponte; on peut alors situer les lieux et périodes de ponte en suivant l'évolution spatio temporelle des valeurs moyennes prises par ces index.

- Mensuration des ovocytes : des fragments de gonades femelles sont prélevés, pesés et dilacérés par diverses méthodes mécaniques ou chimiques, pour en extraire les ovocytes. La mensuration de ces ovocytes (en général le diamètre) est ensuite effectuée sous une loupe binoculaire et la distribution de fréquence de ces mensurations établie. Ces résultats associés à ceux des observations précédemment citées permettent de mieux comprendre le déroulement du cycle sexuel des femelles et de faire des hypothèses sur le nombre de pontes annuelles ; par ailleurs le comptage des ovocytes ayant atteint une taille voisine de celle à laquelle il seront pondus donne une estimation du nombre d'oeufs qui sont pondus lors d'une émission, nombre que l'on désigne par "fécondité partielle individuelle".

6.1.1.2.2. Collecte de larves

Chez les trois espèces, albacore, listao et patudo, le mot larve désigne un individu depuis sa sortie de l'oeuf , il a alors une taille d'environ 1,5 à 3 mm (Roux, 1961; Kume, 1962; Mori et al., 1971; Ueyanagi et al., 1974), jusqu'à ce qu'il ait acquis la plupart des caractéristiques méristiques d'un adulte, la larve a alors une taille voisine de 12 mm et un âge d'environ 15 jours (Yatsukate et al., 1971; Inoue et al., 1974; Ueyanagi, 1978).

La collecte des larves se fait de jour ou de nuit, au moyen de filets à plancton spécialement conçus à cet effet. Ces filets dont on trouve la description dans de nombreux ouvrages (Caverivière et al., 1980; Nishikawa et al., 1978 et 1985) ont un diamètre compris entre 1 et 2 mètres et leurs plus petites mailles sont d'environ 0,5 mm; ils sont trainés à des vitesses relativement élevées (2 à 3 noeuds), soit horizontalement à différentes profondeurs excédant rarement 50 mètres et le plus souvent immédiatement sous la surface, soit obliquement de manière à échantillonner en un seul trait toute la couche d'eau comprise entre la surface et 50 mètres, profondeur au delà de laquelle presque tous les auteurs s'accordent à reconnaitre la grande rareté des larves.

Les résultats sont exprimés par unité de surface (kilomètre carré, mille carré) ou par aire géographique plus ou moins étendue, soit en valeurs brutes (nombre de larves), soit en valeurs relatives (nombre de larves par coup de filet ou par milliers de mètres cube d'eau filtrée). Ces données sont ensuite reportées sur des cartes et interprétées pour déterminer les lieux et saisons de ponte, parfois même pour évaluer l'importance quantitative des pontes. Nous reviendrons plus loin sur les limites qu'il semble raisonnable de respecter dans l'interprétation des résultats des campagnes de prospection de larves.

6.1.1.3. Sexualité et fécondation

Chez les trois espèces albacore, listao et patudo les sexes sont séparés ; des cas d'hermaphrodisme ont parfois été observés chez le listao notamment (Raju, 1960; Uchida, 1961). Aucun caractère externe ne permet de distinguer les sexes. La fécondation des ovules est externe, elle se fait donc en pleine eau après l'expulsion de ceux-ci par les femelles.

6.1.1.4. Taille à la première maturité

La définition de la taille à la première maturité peut différer selon les auteurs. Certains considèreront que la taille à la première maturité correspond à la taille (longueur à la fourche) du plus petit individu en état de se reproduire observé dans les échantillons ; pour d'autres auteurs la taille à la première maturité est celle à laquelle 50 % des individus sont capables de se reproduire. Nous préférerons la seconde définition pour son caractère plus général que celui évoqué dans la première, qui désigne plutôt ce que l'on peut appeller la "taille minimum à la première maturité".Enfin d'autres auteurs plus rares, considérent que la taille à la première maturité est celle à laquelle l'ensemble des individus sont capables de se reproduire, nous désignerons cette taille par le terme "taille à la complète maturité".

6.1.1.4.1. Albacore

Mâles

Dans l'Atlantique oriental, même l'étude la plus récente et la plus complète sur la reproduction de l'albacore dans le golfe de Guinée (Albaret, 1977), ne donne aucune indication sur une quelconque taille à la maturité des albacores mâles ; il faut donc faire l'hypothèse qu'elle est similaire à celle donnée pour les femelles.

Femelles

- Taille à la première maturité : non donnée par Albaret, mais peut être estimée d'après ses données publiées à une longueur à la fourche comprise entre 97 et 101 cm
- Taille à la complète maturité : 108 cm (Albaret, 1977)
- Taille minimum à la première maturité : Elle se situe aux alentours de 50-60 cm (Rossignol, 1968).

Aucune étude d'une éventuelle variabilité temporelle ou spatiale de ces tailles n'a été entreprise dans l'Atlantique. Cette variabilité existe probablement comme l'indiquent des travaux menés dans le Pacifique (Cole, 1980) et comme semblent le montrer des observations faites sur la reproduction des albacores pêchés en profondeur à la palangre dans le golfe de Guinée (Fontana et Fonteneau, 1978; Yanez et Barbieri, 1980).

6.1.1.4.2. Listao

Mâles

- Taille à la première maturité : 45 cm (Cayré et Farrugio, 1986)
- Taille à la complète maturité : peut être estimée d'après Cayré et Farrugio (1986) à 50 cm
- Taille minimum à la première maturité : 38 cm (Cayré, 1985)

Femelles

- Taille à la première maturité : 42 cm (Cayré et Farrugio, 1986)
- Taille à la complète maturité : peut être estimée d'après les mêmes auteurs à 47 cm
- Taille minimum à la première maturité : 38 cm (Cayré, 1984)

Les tailles à la première maturité mentionnées ci-dessus sont similaires à celle actuellement admises pour l'océan Pacifique. Aucune analyse d'une éventuelle variabilité spatio-temporelle de ces tailles n'a été faite. A l'heure actuelle aucune étude, même dans l'océan Pacifique (Matsumoto et al.,1984), n'indique qu'une telle variabilité pourrait exister.

6.1.1.4.3. Patudo

Aucune recherche sur la taille à la première maturité du patudo n'a été faite dans l'Atlantique. A titre indicatif, nous mentionnerons les résultats rassemblés dans une synthèse sur les patudos du Pacifique (Calkins, 1980):

- Taille à la première maturité (mâles et femelles) : entre 100 et 130 cm
- Taille minimum à la première maturité : femelles - 93 cm, mâles - 110 cm.

6.1.1.5. Maturation des gonades

Le processus de maturation des produits génitaux est complexe car il intéresse différents organes, sécrétions (hormones) et cellules; par ailleurs le déroulement dans le temps de ce processus, qui peut être continu ou fragmenté, est difficile à connaître à partir d'échantillons de poissons prélevés dans leur milieu naturel, surtout quand ces poissons sont pélagiques, migrateurs et largement répartis dans l'océan. Pour essayer de suivre le déroulement de ce processus on s'est tout d'abord essentiellement limité à en étudier les effets sur les organes génitaux (gonades) en essayant de diviser le déroulement de ce processus en un certain nombre de phases ou de stades caractéristiques.

Chez les trois espèces qui nous intéressent ici, quatre méthodes ont été utilisées pour caractériser ces différents stades de maturation. Nous décrirons sommairement et successivement ces quatre méthodes et les résultats qu'elles ont donné pour chacune des trois espèces albacore, listao et patudo de l'Atlantique tropical oriental.

6.1.1.5.1. Histologie

Méthode

Les gonades, mâles ou femelles, sont prélevées sur des poissons capturés en mer. Après avoir été pesées, elles sont découpées en morceaux qui sont fixés au liquide de Bouin pendant plusieurs jours. Après lavage et déshydratation, ces morceaux sont inclus dans la paraffine puis coupés en tranches de 7 à 10 microns d'épaisseur ; ces coupes sont ensuite colorées selon diverses méthodes (hématoxcyline - éosine, trichrome de Masson ou de Prenan...) et examinées au microscope. Différents stades de maturation sont ensuite définis selon l'aspect de la coupe, sa composition cellulaire et, notamment pour les femelles, le développement des ovocytes (taille et qualité).

Résultats

Nous ne reproduirons pas ici les descriptions, le plus souvent illustrées de photos, des différents stades de maturation reconnus pour chaque espèce par différents auteurs ; nous renverrons donc le lecteur aux ouvrages d'origine en nous limitant à la citation de ces auteurs et du nombre de stades éventuellement décrits pour chaque espèce.

Albacore :	Ducros, 1964 et Rossignol, 1968	: 6 stades
	Albaret, 1976	: 5 stades
Listao :	Cayré et Farrugio, 1986	: 5 stades

Patudo : Pas d'étude histologique disponible ; on se reportera éventuellement aux travaux soviétiques de Alexseeva (1976).

6.1.1.5.2. Observation macroscopique des gonades

Le simple examen visuel de l'aspect externe des gonades mâles et femelles est sans doute la méthode la plus ancienne et la plus simple utilisée pour déterminer l'état de maturité sexuelle des thons. Les critères qui permettent de distinguer les différents stades de maturation des gonades sont :

- la forme et la taille
- la coloration
- la consistance
- la vascularisation
- la possibilité de voir des ovocytes à travers la membrane ovarienne ou de faire couler le liquide spermatique par piqure ou pression des gonades mâles.

Plusieurs échelles de maturité basées sur cette observation des gonades et concernant les 3 espèces dans l'Atlantique ont été proposées nous ne mentionnerons ici que les plus récentes.

Echelle de maturité de l'albacore

L'échelle de maturité de l'albacore du golfe de Guinée proposée par Albaret (1977) concerne essentiellement les femelles de cette espèce. Cette échelle comporte 6 stades dont 2 sont subdivisés, soit un total de 8 étapes "caractéristiques" de la maturation.

Albaret insiste sur la difficulté croissante à classifier les gonades dans un stade précis de maturité, quand la maturation s'avance, car les critères de définition des différents stades sont alors imprécis et presque aussi variables à l'intérieur d'un stade donné qu'entre les différents stades. Nous ajouterons que les gonades examinées proviennent fréquemment de poissons congelés ce qui peut modifier leur aspect et rendre encore plus arbitraire la détermination de leur stade de maturité par examen visuel. La description des différents stades de maturité correspondants à cette échelle est donnée en annexe à ce chapitre.

Echelle de maturité du listao

Cette échelle décrite par Cayré (1981) et reprise par Cayré et Farrugio (1986), comporte 6 stades pour les mâles et les femelles. Les mêmes remarques générales que celles formulées pour l'échelle de maturité de l'albacore peuvent être faites ici.

Echelle de maturité du patudo

Une échelle de maturité appliquée au patudo de l'Atlantique est proposée par Gaikov (1983); elle est similaire à celle proposée pour le listao et comporte 6 stades.

6.1.1.5.3. Index de maturité

Albacore

Une correspondance entre le stade de maturation sexuelle et, soit le rapport gonado-somatique (RGS), soit l'index gonado-somatique (IGS) a été établie par Rossignol (1968) pour l'albacore de l'Atlantique.

Cependant si le RGS utilisé par cet auteur correspond bien à la définition mentionnée au paragraphe 6.1.1.2.1. (RGS = poids des gonades x 100 /poids du corps), la définition qu'il utilise pour l'IGS est assez particulière et pour éviter toute confusion nous dénommerons cet index, IGSR (R pour Rossignol) :

IGSR = Volume des gonades (cm3) x10 / cube de la longueur (cm)

Nous donnerons donc ici la correspondance établie par cet auteur entre stade de maturation, RGS et IGSR, en soulignant l'impossibilité de comparer les valeurs d'"IGSR" qu'il propose avec l'index gonado somatique (IGS) classiquement calculé(*)

STADE	ETAT DE MATURITE	R G S	I G S R
I	Immature	<0,085	<0,165
II	Début de maturation	0,085-0,20	0,165-0,38
III	Maturation	0,20-0,60	0,38-1,03
IV	Maturation avancée	0,60-1,0	1,03-1,67
V	Vitellogénèse	1,0-2,5	1,65-4,4
VI	Ponte	>2,5	>4,4

D'autres auteurs ont partiellement mis en relation la maturité et des valeurs moyennes d'index de maturité, mais de manière plus grossière, leur but étant essentiellement de distinguer les individus en maturation, ou proches de la ponte, des autres. On trouve cependant dans les travaux d'Albaret (1977), une figure qui permet d'attribuer une valeur moyenne d'IGS(*) aux différents stades de maturation qu'il distingue :

STADE	ETAT DE MATURITE	I G S
I	Immature	<10
II	Début de maturation	11-16
III	Maturation	24-26
IV	Préponte et ponte	30-50
V	Post-ponte	20
VI	Repos sexuel	11

Listao

Pour ce qui concerne le listao de l'Atlantique, Cayré et Farrugio (1986) ont fait, séparément pour les mâles et les femelles, le calcul des valeurs moyennes d'IGS :

$$IGS = \frac{\text{Poids des gonades (g)} \times 10^5}{\text{Longueur à la fourche (cm)}}$$

et les ont mis en correspondance avec les échelles de maturité déterminées par observation macroscopique des gonades, et aussi pour les femelles, par mensuration des ovocytes (paragraphe 6.1.1.5.4.)

STADE	ETAT DE MATURITE	I G S Mâles	I G S Femelles
I	Immature	2	5-10
II	Repos sexuel et début maturation	7	13-16
III	Maturation active	32	45-50
IV	Pré-ponte	54	73-82
V	Post-ponte	5	24-27

Ces auteurs ainsi que Cayré et Laloé (1986), soulignent que les valeurs d'IGS que l'on peut réellement observer à chaque stade de maturité, bien que grossièrement caractéristiques de ces stades, sont très variables et peuvent se recouvrir d'un stade à l'autre ; une même valeur d'IGS pourra donc être observée sur des poissons à différents stades de maturité, notamment quand il s'agit d'un stade de maturation active (figure 6.1).

---

* Formule de calcul de l'IGS de l'albacore utilisée par Albaret (1976):

$$\frac{\text{Poids des gonades (grammes)} \times 10^8}{\text{Longueur à la fourche (mm)}}$$

Patudo

Aucune échelle de maturité réelle n'a été établie à partir d'index de maturité pour le patudo de l'Atlantique. Kume et Morita (1977) séparent les patudos femelles en trois catégories, selon leurs valeurs d'IGS (poids des ovaires (g)/cube de la longueur à la fourche (cm), x 10^4) ; cette séparation est faite selon l'échelle proposée par Kikawa (1962) pour les patudos du Pacifique :

IGS < 1.5. Immature
1.6 < IGS <3 Début de maturation
IGS > 3.1 Maturation avancée

6.1.1.5.4. Distribution de fréquence de taille des ovocytes

L'utilisation des mensurations d'ovocytes pour suivre le processus de maturation des ovaires repose sur l'axiome selon lequel le degré de maturité d'un ovocyte est directement proportionnel à sa taille. Par ailleurs cette méthode intéresse directement les produits de la maturation sexuelle, elle est donc plus précise et moins subjective qu'un simple examen superficiel des ovaires.

D'une manière générale pour les trois espèces, albacore, listao et patudo, comme pour de très nombreuses autres espèces de poissons, on constate que les ovocytes de femelles en période de maturation sexuelle évoluent (grandissent) par groupes successifs. Ceci se matérialise par la présence de modes successifs dans les distributions de fréquence de taille de ces ovocytes (figures 6.2, 6.3 et 6.4). C'est le nombre de ces modes et la taille des plus grands ovocytes qui permet de caractériser plusieurs stades dans la maturation des femelles.

Albacore

D'après les distributions de fréquence de taille des ovocytes d'albacores capturés dans le golfe de Guinée, Albaret (1977) trouve six stades de maturité (figure 6.2) auxquels correspondent différentes valeurs d'IGS (paragraphe 6.1.1.5.3.). L'extrême fugacité du stade de ponte (stade IV (2) d'Albaret) et de la période précédant la ponte explique l'absence d'ovocytes d'une taille supérieure à 600 microns dans les échantillons. En effet au cours de la période précédant immédiatement la ponte, le volume des ovocytes s'accroit brutalement par pénétration d'eau (Zharov, 1966); leur diamètre est alors de l'ordre de 1 mm.

Listao

Les distributions de fréquence de taille des ovocytes de listao de l'Atlantique établies par Cayré et Farrugio (1986) permettent de retrouver les cinq stades de maturité de l'échelle adoptée par ces auteurs (figure 6.3). Comme Albaret pour l'albacore, Cayré et Farrugio expliquent la rareté des ovocytes de grande taille (> 500 microns) par l'extrme brièveté du stade ultime précédant la ponte. On remarquera le recouvrement des valeurs d'IGS observées par ces auteurs pour chaque stade.

Patudo

Une correspondance partielle entre stade de maturité et distributions de fréquence de taille des ovocytes peut être trouvée dans Alekseev et Alekseeva (1980). Parmi les nombreux stades et stades annexes distingués par ces auteurs, cinq semblent pouvoir être caractérisés par les distributions de taille des ovocytes (figure 6.4).

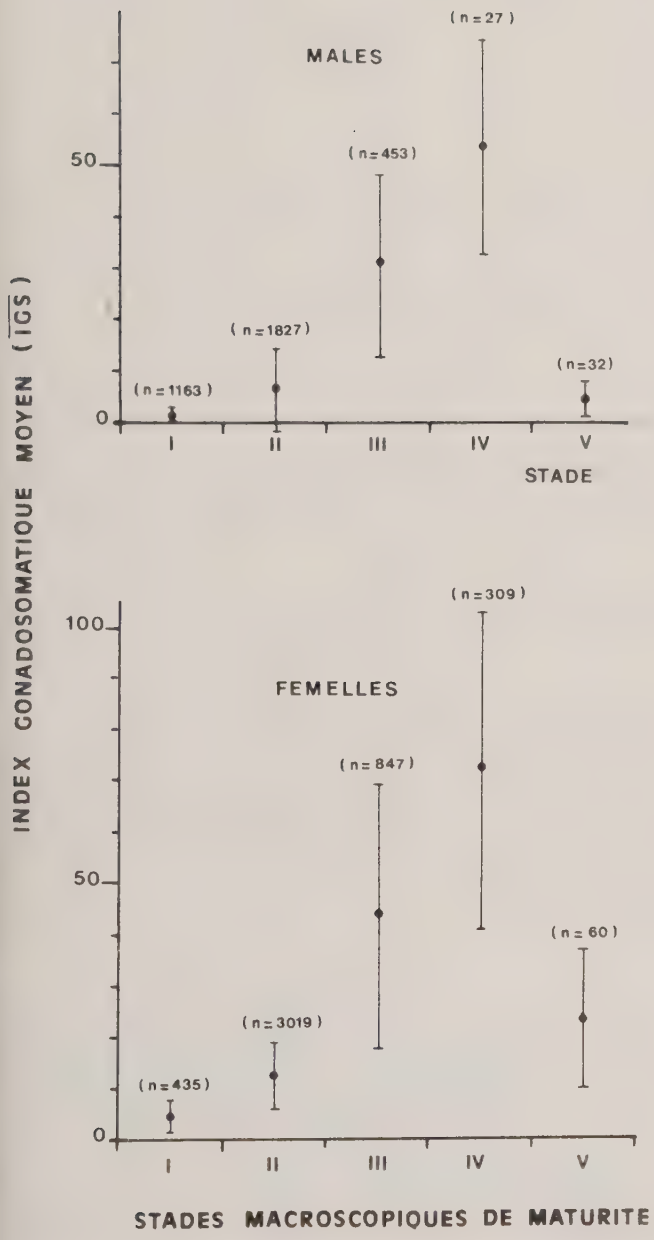


Figure 6.1

Index gonadosomatiques moyens (et écarts-types) correspondant aux différents stades macroscopiques de maturité (I à V) du listao (d'après Cayré et Farrugio, 1986).

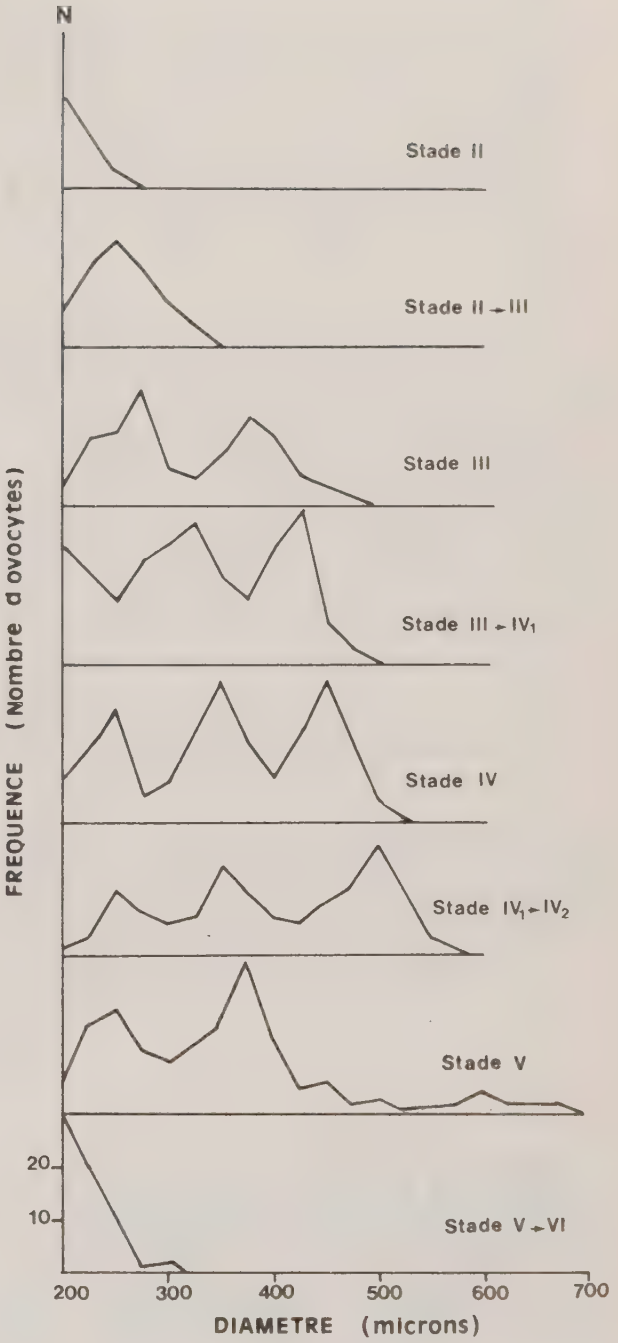


Figure 6.2

Distribution de fréquences des diamètres des ovocytes d'albacore (Thunnus albacares) aux différents stades de maturation (d'après Albaret, 1977).

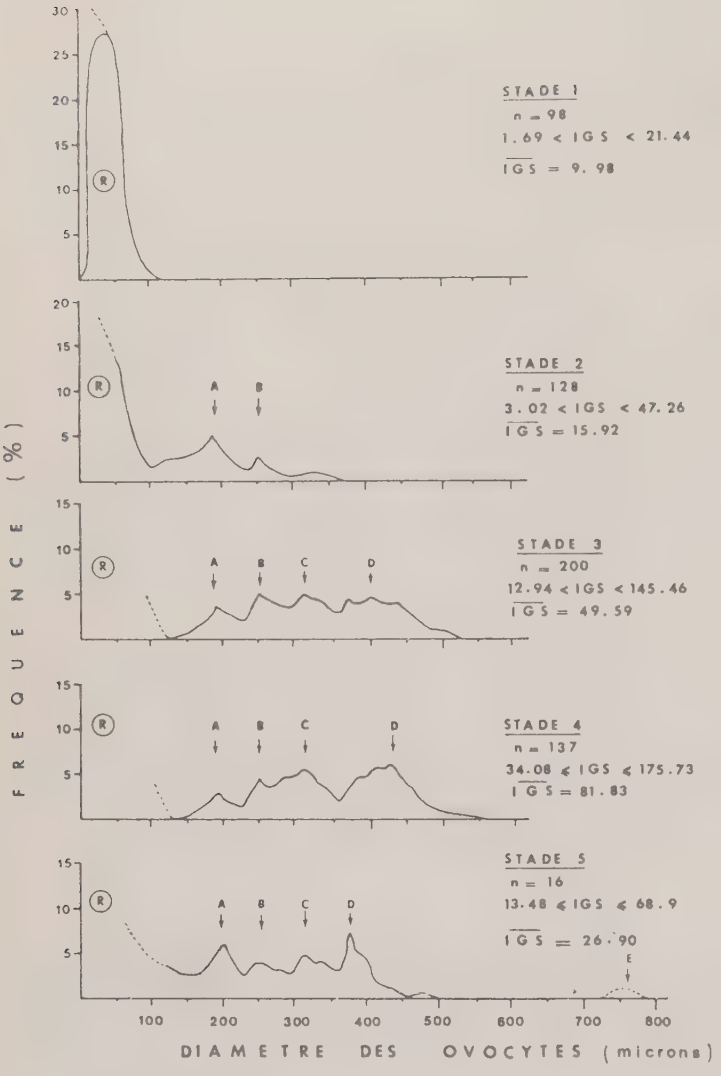


Figure 6.3

Distribution de fréquence de taille (diamètre) des ovocytes de listao (Katsuwonus pelamis) correspondant aux différents stades macroscopiques de maturité. Le nombre d'échantillons (n), les valeurs extrêmes d'index gonadosomatique (IGS) observées et l'index gonadosomatique moyen (IGS). Les classes modales caractéristiques de chaque stade sont notées: R (stock de réserve), A, B, C, D, (d'après Cayré et Farrugio, 1986).

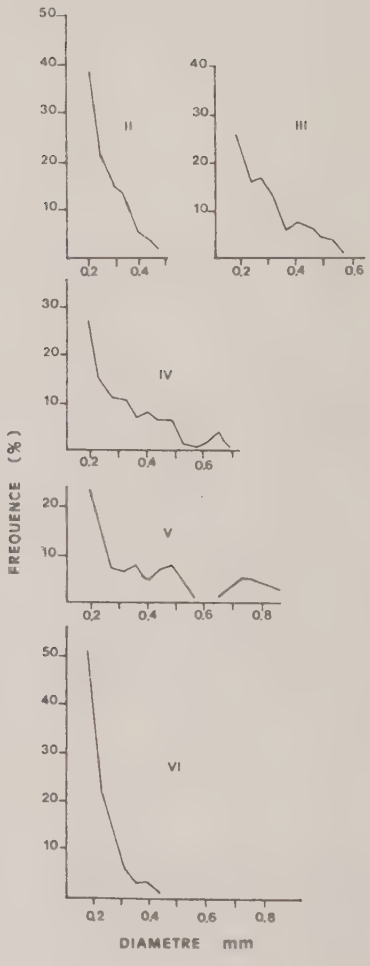


Figure 6.4

Distribution de fréquence de taille (diamètre) des ovocytes de patudo à 6 stades de maturité caractéristiques (d'après Alekseev et Alekseeva, 1980).

6.1.1.5.5. Discussion et conclusion

Théoriquement, si les stades de maturation correspondent à une réalité biologique, on devrait trouver pour une espèce donnée une correspondance exacte entre les stades déterminés par les différentes méthodes exposées ci-dessus. Ceci est loin d'être le cas : de nombreux auteurs ont aussi souligné l'aspect très subjectif et donc peu précis de la détermination du stade de maturation par simple examen macroscopique des gonades (Albaret, 1977 ; Cayré et Farrugio, 1986 ; Gaikov, 1983). Par ailleurs certains de ces auteurs ont aussi souligné l'absence de relation entre l'IGS et la taille des ovocytes lorsque celle-ci dépasse une certaine valeur (300 microns).

Nous reprendrons les conclusions de Cayré et Laloé (1986) en disant que la maturation sexuelle est un phénomène plus ou moins continu dont la complexité ne peut que difficilement se réduire à la distinction de quelques stades, quelque soit leur critère de définition (exception faite de critères histologiques très précis), notamment lorsque le processus de maturation est bien avancé. L'intérêt des quatre méthodes exposées ci-dessus réside moins dans la possibilité de suivre le processus de maturation, que d'en comprendre le déroulement (histologie, mensuration des ovocytes) et de déterminer un moment aussi rapproché que possible de la ponte. A cet effet l'utilisation d'un index de maturité (tel que l'IGS) est particulièrement pratique car elle permet de distinguer d'une manière simple les poissons prêts à se reproduire des autres (Cayré et Laloé, 1986).

6.1.1.6. Ponte (zones, périodes, fréquence) et fécondité

6.1.1.6.1. Méthodes

La détermination des lieux et saisons de ponte des albacores,listaos et patudos de l'Atlantique tropical oriental a essentiellement été faite par le suivi dans le temps et dans l'espace des variations du stade macroscopique de maturité, de l'index de maturité (IGS ou RGS) ou encore des nombres ou densités de larves récoltées (paragraphe 6.1.1.2.2.).

6.1.1.6.2. Zones et périodes de reproduction

- Albacore

Examen des gonades

Les différentes études sur l'état de maturité des gonades d'albacore de l'Atlantique tropical intéressent selon les auteurs les quatre régions suivantes :

- la région sénégalo-guinéenne comprise en gros entre 10° nord et 20° nord de la côte jusqu'à 25° ouest (Postel, 1955; Frade et Postel, 1955; Rossignol, 1968; Yanez et Barbieri, 1980)

- la zone équatoriale, de 5° nord à 5° sud et de la côte jusqu'à 15° ouest (Bane, 1963; Rossignol, 1968; Albaret, 1977; Fontana et Fonteneau, 1978; Yanez et Barbieri, 1980)

- la région angolaise de 7° sud à 15° sud, de la côte à 10° est (Da Franca, 1959)

- l'Atlantique central et ouest (Yanez et Barbieri, 1980).

Des travaux portant sur la zone sénégalo-guinéenne, il ressort que l'albacore se reproduit assez peu dans cette région, et qu'en tout état de cause la saison de reproduction se limite à la période estivale de juin à

septembre. La reproduction dans cette région serait peu importante comme en témoignent les valeurs moyennes assez basses du RGS observées par Postel (1955) même en été, période présumée de reproduction (au cours du mois de juillet le RGS moyen n'est que de 0,47). Il faut cependant souligner que l'échantillonnage effectué par Postel concerne essentiellement des poissons de taille inférieure à celle de la première maturité. Les observations de Rossignol (1968), montrent que de nombreux albacores de plus de 110 cm de long, sont bien à un stade de préponte et qu'ils ont des RGS élevés (de 0,7 à 0,9) dès le mois de juin.

Pour la région tropicale sud (Angola), Da Franca (1959) montre, à partir d'un échantillonnage assez limité, que les valeurs de RGS croissent de mai à octobre ; Rossignol (1968) indique cependant que ces valeurs sont toujours inférieures à celles correspondant à un stade de maturation avancé. Les mensurations d'ovocytes effectuées par Da Franca indiquent une croissance de la taille de ces derniers de mai à octobre, sans toutefois que cette taille ne dépasse 300 microns. Rossignol (1968) et Bane (1963) concluent d'après les travaux de Da Franca (1959) que la reproduction des albacores dans cette région est peu importante et limitée aux mois de saison chaude (novembre à avril).

Dans la zone équatoriale, les valeurs de RGS moyen relevées par Bane (1963), montrent que cet index croit régulièrement du mois de novembre (RGS moyen = 0,257) au mois de janvier (RGS moy. = 0.642), puis diminue jusqu'en mars. Ces observations de RGS jointes à diverses autres observations (stade macroscopique de maturité, taille des ovocytes) amènent cet auteur à conclure que la saison de ponte de l'albacore dans la région dugolfe de Guinée au large du Libéria s'étale sur plusieurs mois (janvier à mai), et qu'il y aurait même des pontes d'intensité variable tout au long de l'année dans cette région. Rossignol (1968) à partir de nombreuses observations des stades de maturité arrive à une conclusion similaire, en précisant toutefois que le maximum de la ponte se situerait entre le mois de février et avril pour la partie est du golfe de Guinée et entre les mois d'avril et juin pour sa partie ouest (Libéria - Guinée). Les importantes concentrations de gros albacores exploitées dans la région équatoriale essentiellement au cours du premier semestre, mais parfois au delà de cette époque, correspondent très probablement à des concentrations d'individus en reproduction ; cette observation semble bien confirmer les conclusions de Bane (1963) et de Rossignol (1968) et indique que la région équatoriale est une zone de reproduction active plus ou moins permanente mais essentiellement au cours du premier semestre.

L'important travail d'Albaret (1977) sur les albacores du golfe de Guinée, montre qu'il existe une saisonnalité bien marquée dans la ponte des albacores capturés en surface à la senne (figure 6.5). La répartition géographique des échantillons recueillis (figure 6.6) permet à Albaret, de préciser que la zone du fond du golfe de Guinée, située à l'est du méridien de Greenwich, de part et d'autre de l'équateur, est une importante zone de reproduction de l'albacore et que la période de ponte maximale correspond aux mois de janvier et février. D'autre part la comparaison des IGS calculés sur des albacores pêchés en surface dans le golfe de Guinée avec ceux d'individus capturés en profondeur à la palangre dans la même région (Fontana et Fonteneau, 1978), indique que la maturation sexuelle des poissons de surface est plus précoce (figure 6.7) et que le maximum de ponte des poissons capturés à la palangre dans le golfe de Guinée aurait lieu au troisième trimestre essentiellement. Mais Yanez et Barbieri (1980), d'après les IGS moyens mensuels observés sur les albacores pêchés à la palangre dans l'ensemble d'une zone atlantique est comprise entre 15° nord et 10° sud et à l'est de 20° ouest, montrent clairement qu'il y a bien deux saisons de reproduction pour ces poissons, au premier et au troisième trimestres(figure 6.8).

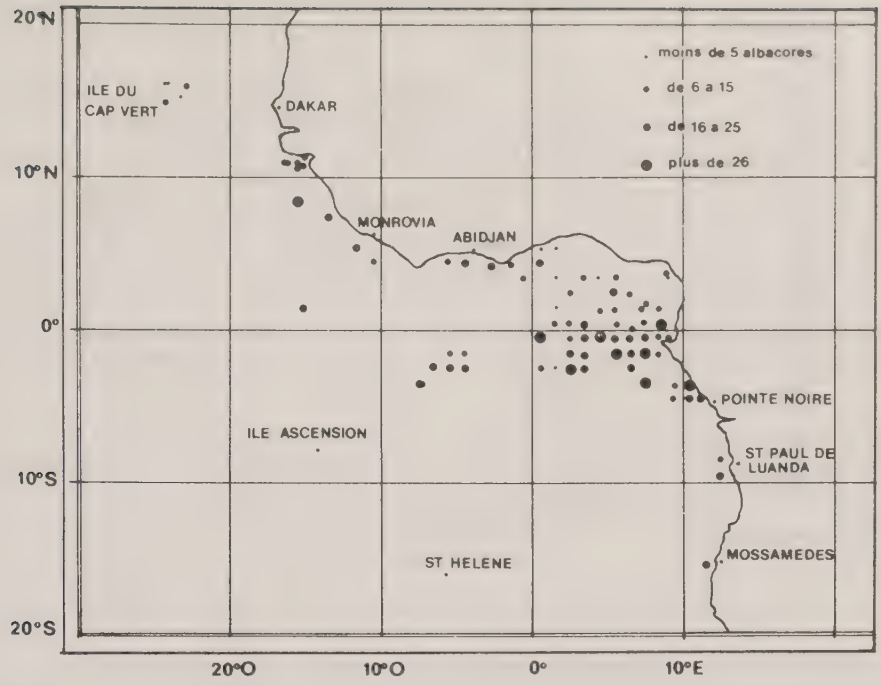


Figure 6.5 Répartition géographique des échantillons d'albacores capturés à la senne, utilisés par Albaret pour son étude sur la reproduction de l'espèces par examen des gonades (d'après Albaret, 1976).

Figure 6.6 Variations de l'index gonadosomatique moyen mensuel de l'albacore au cours des années 1974 et 1975 et du premier trimestre 1976 (d'après Albaret, 1977).

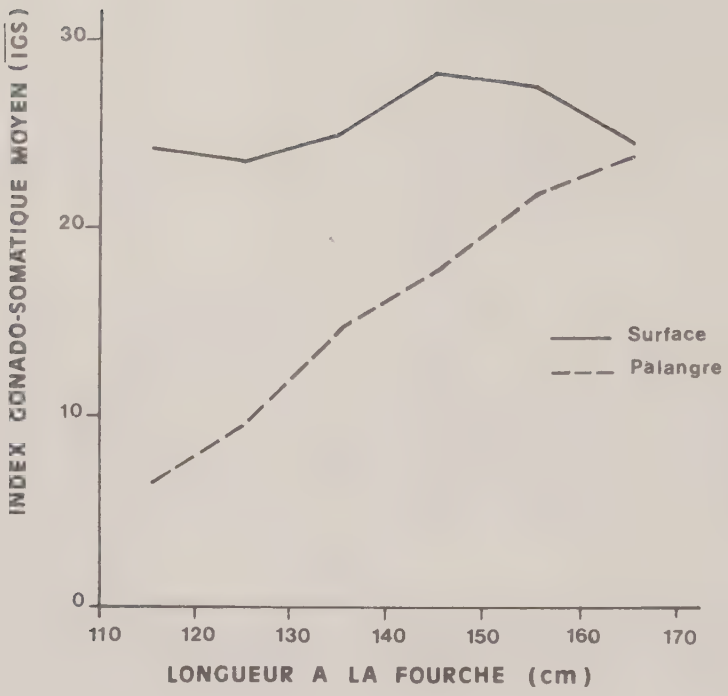


Figure 6.7 Index gonadosomatiques moyens (IGS) calculés sur des albacores capturés dans le golfe de Guinée à la senne et en profondeur à la palangre (d'après Fontana et Fonteneau, 1978).

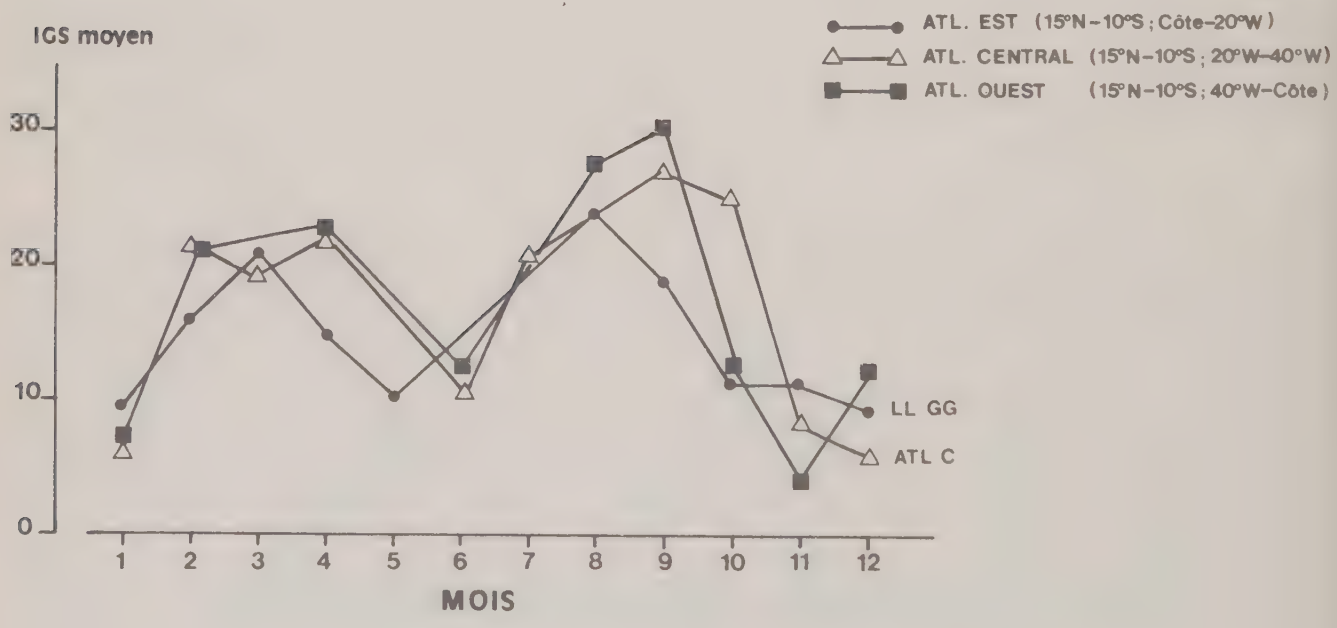


Figure 6.8 Variations mensuelles de l'index gonadosomatique moyen (1957-1974) des patudos capturés à la palangre dans l'Atlantique de l'est, central et de l'ouest (d'après Yanez et Barbieri, 1980).

L'ensemble des études portant sur la reproduction de l'albacore dans l'océan Atlantique à partir de l'analyse des gonades permet de définir le schéma suivant de reproduction (figure 6.9) :

a) Des pontes d'importance limitée se produisent pendant les mois de saison chaude dans les régions tropicales nord (Sénégal, Iles du Cap Vert, Guinée), de juin à septembre et sud (Angola), de novembre à avril.

b) Dans la région équatoriale située à l'est de 20° ouest et dans le golfe de Guinée, la ponte semble étalée sur presque toute l'année avec cependant une intensité maximale au premier semestre. Une ponte importante des albacores de surface a lieu au premier trimestre dans le fond du golfe de Guinée. Il y aurait par ailleurs deux saisons de ponte pour les albacores de profondeur aux premier et troisième trimestres dans tout le golfe de Guinée et au large du Libéria.

c) Dans les régions centrale et ouest de l'Atlantique, les valeurs d'IGS relevées sur des poissons pêchés à la palangre (Yanez et Barbieri, 1980) indiquent aussi l'existence de deux saisons de ponte maximale au premier et au troisième trimestre (figure 6.8). La zone de ponte la plus importante se situerait au nord du Brésil.

Répartition des larves

De nombreuses campagnes de prospection de larves de thon se sont déroulées dans l'Atlantique Est depuis 1956 jusqu'à nos jours ; les résultats en sont exposés dans de nombreuses publications (Marchal, 1963 ; Richards, 1969; Richards et al., 1969 et 1969 a; Richards and Simmons, 1971; Ueyanagi, 1971; Rudomiotkina, 1983; Caverivière et al., 1976; Nishikawa et al., 1978; Caverivière et Suisse de Sainte Claire, 1980; Nishikawa et al., 1985).

Etant donné que la durée de vie des larves récoltées est d'environ 15 jours et sachant que certains courants peuvent atteindre des vitesses importantes (2 noeuds et plus) dans la couche d'eau où les larves sont présentes (0-50 mètres) (Piton et Roy, 1983; Richardson et Mc Kee, 1984, Gouriou présent ouvrage), on comprend toute l'incertitude que l'on peut avoir sur le lieu de ponte de larves qui ont pu dériver pendant une quinzaine de jours. Les conclusions tirées des collectes de larves seraient inacceptables si ces collectes étaient faites dans une strate espace-temps réduite, sans tenir compte du régime des courants et de la taille des larves capturées. Fort heureusement dans le cas présent les données de nombreuses campagnes de prospection larvaire ont été cumulées et couvrent assez bien l'ensemble de l'aire intéressée par cette synthèse; d'autre part les larves des trois espèces récoltées sont très largement réparties dans l'espace et dans le temps. Par ailleurs il n'est pas possible, vues les diverses méthodes ou conditions de capture des larves et la capacité de ces larves à échapper en nageant aux engins mis en oeuvre pour les capturer, de faire des estimations quantitatives précises de leur abondance. Nous nous limiterons donc à donner la répartition spatio temporelle des larves, avec quand cela sera possible des indications sur leur abondance, plus ou moins grande, que nous assimilerons à une importance correspondante des pontes.

Les larves d'albacore ont été pêchées un peu tout au long de l'année dans une vaste zone située de part et d'autre de l'équateur (5° nord - 5° sud) incluant la mer des Caraïbes et l'ensemble du golfe de Guinée (figure 6.9), dans des eaux dont la température est en général supérieure à 25°C (figure 6.10) et le plus souvent de l'ordre de 28-30°C (Caverivière et al., 1976). La région du golfe de Guinée comprise entre le cap des Palmes, l'équateur et 5° est, est la zone dans laquelle la plus grande densité moyenne de larves a été observée; Caverivière et Suisse de Sainte Claire (1980) indiquent que cela s'accorde bien avec les résultats obtenus par Albaret (1977) sur les gonades, et concluent qu'il s'agit là de la zone de reproduction de l'albacore la plus importante, pour l'Atlantique Est du

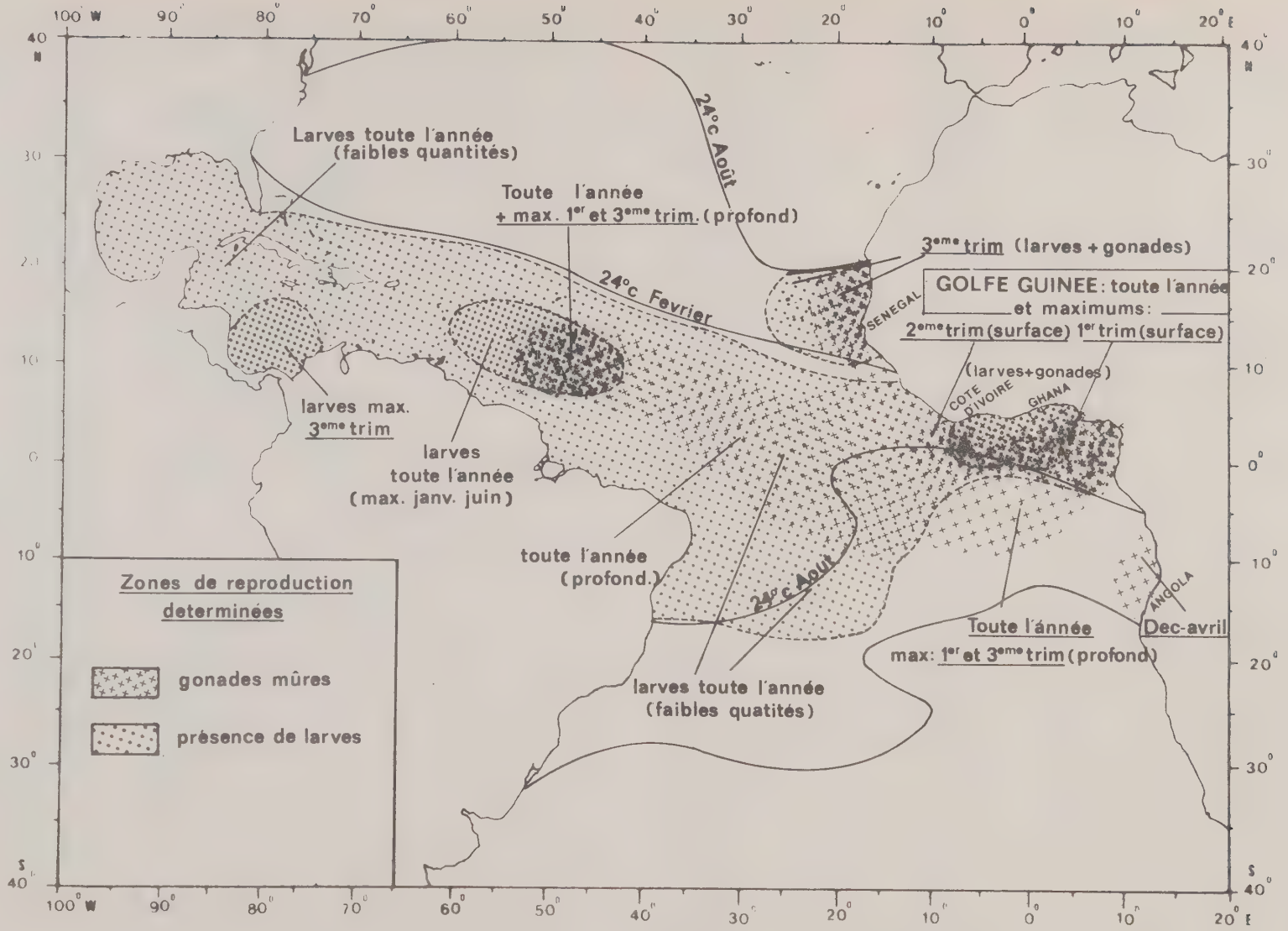


Figure 6.9 Schéma de la distribution spatio-temporelle de la reproduction de l'albacore dans l'Atlantique. On remarquera d'une part une vaste aire équatoriale de reproduction plus ou moins permanente, incluant deux strates de reproduction maximale en début d'année et au 3ème trimestre, situées l'une à l'est (golfe de Guinée), l'autre à l'ouest, et d'autre part, des zones de reproduction secondaires et saisonnières situées au large du Sénégal, de l'Angola et dans le golfe du Mexique.

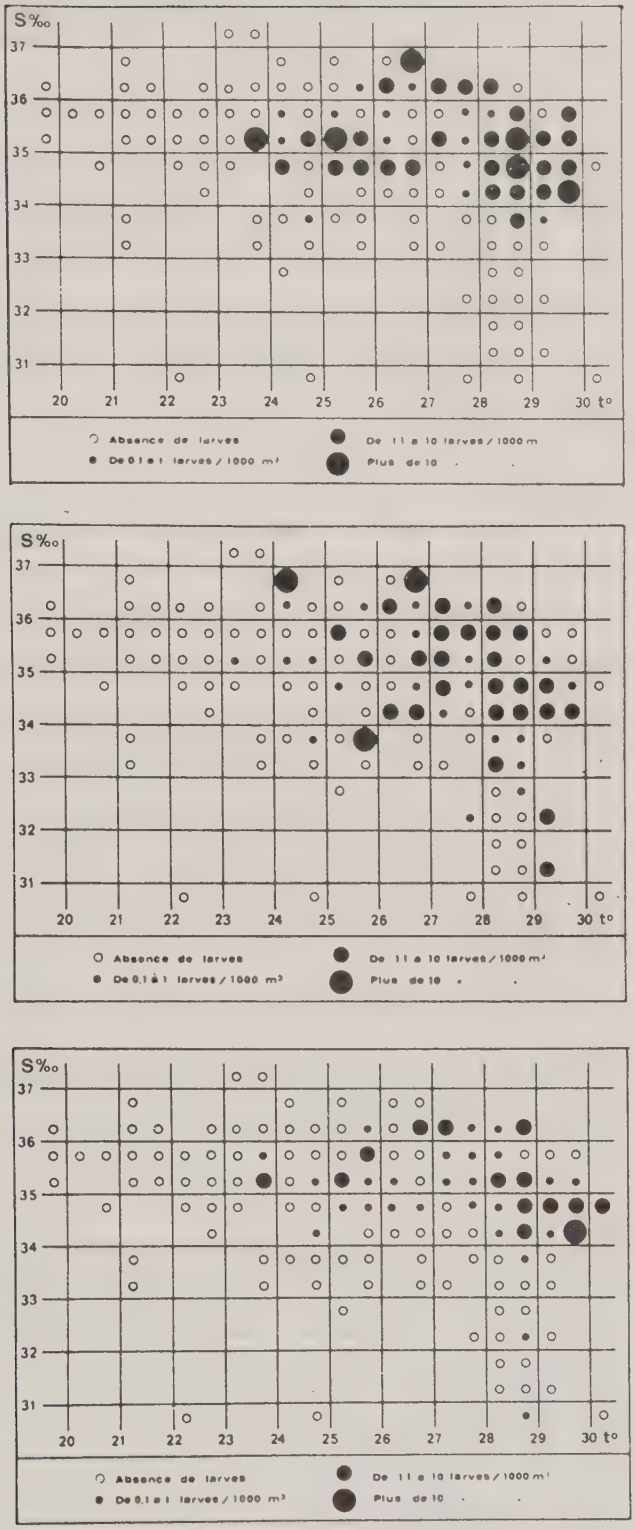


Figure 6.10 Diagramme des températures et des salinités de surface des eaux dans lesquelles ont été observées des larves d'albacore, de listao et de patudo dans l'Atlantique tropical oriental (d'après Caverivière et al., 1976).

moins. Ils soulignent par ailleurs que cette abondance est maximale en début d'année (janvier à mai).

Par ailleurs des quantités relativement importantes de larves ont été collectées entre 7° nord et 17° nord, au large du Sénégal et des Iles du Cap Vert, mais uniquement pendant les mois de saison chaude (juillet à octobre). Ceci confirmerait l'existence d'une zone de ponte secondaire et saisonnière dans cette région.

Très peu de larves ont été collectées dans la zone tropicale sud, au large de l'Angola, mais les campagnes de prospection intéressant cette région sont peu nombreuses. Il n'est guère possible de conclure à l'existence d'une zone de reproduction notable dans cette région.

Dans l'Atlantique central des larves d'albacore ont été recueillies un peu toute l'année, mais en faible quantité, entre 10° nord et 20° sud (figure 6.9). Dans l'Atlantique Ouest des larves éparses ont été recueillies en début d'année surtout dans le golfe de Mexique (Richards et Potthoff, 1980), dans la mer des Caraïbes, et au large des côtes du Vénézuela et du Brésil (Nishikawa et al., 1978 et 1985).

Les larves d'albacore récoltées sur l'ensemble de l'Atlantique tropical confirment bien le schéma de reproduction déduit de l'étude des gonades.

- Listao

Examen des gonades

De nombreux travaux portant sur la détermination des lieux et saisons de ponte du listao de l'Atlantique ont été effectués; la plupart de ceux-ci intéressait en général des périodes limitées ou des régions bien particulières (Postel, 1955; Gorbunova et Salabarria, 1967; Simmons, 1969; Batts, 1972; Chur et al., 1980; Cayré, 1981...). Plus récemment une étude sur la reproduction du listao à l'échelle de l'Atlantique (Cayré et Farrugio, 1986) a été conduite au cours du Programme International de Recherches sur le listao de l'Atlantique; c'est aux résultats et conclusions de Cayré et Farrugio (1986) que nous nous référerons donc essentiellement, en y ajoutant ceux de Batts (1972) bien qu'il ait étudié plus particulièrement les listaos provenant de l'Atlantique nord-ouest.

Le suivi mensuel de l'évolution de la valeur moyenne de l'IGS dans différentes régions de l'Atlantique a permis de mettre en évidence plusieurs zones et périodes de reproduction du listao (figure 6.11) :

Atlantique Est :

- Une vaste zone située de part et d'autre de l'équateur, incluant le golfe de Guinée et allant jusqu'à 20° ouest, dans laquelle le listao se reproduit un peu toute l'année avec une intensité variable dans le temps et dans l'espace. Le maximum de ponte s'observe pendant une période qui recouvre en gros les mois de novembre à mars; certaines régions comme celle située au large du Libéria semblent être des aires de ponte particulièrement importantes (figure 6.11).
- Dans la région tropicale nord-est, on observe un nombre notable d'individus en reproduction, autour des Iles du Cap Vert, mais uniquement pendant les mois de saison chaude (juillet à septembre).
- Région tropicale sud-est (côte d'Angola) : pas d'échantillonnage significatif des gonades.

Atlantique Ouest :

Les observations des gonades se limitent à deux régions : les côtes sud du Brésil (20° sud - 30° sud) et les côtes de Caroline du nord (30° nord -37° nord).

Au large du Brésil la reproduction se déroule de décembre à mars, comme l'indiquent les importantes valeurs d'IGS moyens observées à cette époque. Cette période correspond à la saison chaude. Au large des côtes américaines (30° nord à 37° nord) c'est également en saison chaude (juin-juillet) que selon Batts (1972) se tient la principale période de reproduction. On remarquera le manque d'observations significatives concernant la zone équatoriale ouest (golfe du Mexique, côte nord est du Brésil et du Vénézuela). Des observations sporadiques des gonades (Golderg et Au, 1986) indiqueraient que des listaos s'y reproduisent activement, notamment pendant l'été et le début de l'automne.

De ces observations, et compte tenu du fait que dès que la température de l'eau dépasse 24°C on peut observer des listaos en reproduction, Cayré et Farrugio (1986) proposent le schéma suivant de reproduction du listao dans l'océan Atlantique :

"La reproduction serait de type opportuniste. Les zones dont la température est supérieure à 24°C et dans lesquelles les biomasses phyto et zooplanctoniques sont importantes, semblent particulièrement favorables à la reproduction. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la zone équatoriale en direction des régions tropicales nord ou sud, les périodes favorables à la reproduction sont de plus en plus limitées dans le temps aux seules saisons estivales durant lesquelles la température de l'eau est supérieure à 24°C".

Répartition des larves (figure 6.11)

Les références des principaux travaux concernant les collectes de larves de thon en général et de listao en particulier sont identiques à celles mentionnées pour l'albacore; on y ajoutera certains travaux plus particulièrement axés sur les larves de listao, tels que ceux de Rudomiotkina (1983, a) et de Matsuura (1986).

La similitude de la distribution spatio-temporelle des larves de listaos et de celles d'albacore dans l'Atlantique est soulignée par Caverivière et al., (1976) (figure 6.10) ainsi que par Nishikawa et al., (1985). Les conclusions des différents travaux concernant la répartition des larves de listao, corroborent le schéma de reproduction déduit de l'observation des gonades à savoir entre autres (figure 6.11) :

- Dans la région équatoriale comprise entre 5° nord et 5° sud, on observe des larves de listao toute l'année, avec cependant une abondance relative plus importante pendant le premier trimestre (janvier-mars).
- Dans le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes, les larves sont essentiellement présentes pendant l'été (juillet à septembre,) elles y seraient plus abondantes que dans le golfe de Guinée.
- Comme les gonades à un stade avancé de maturation, les larves se trouvent presque exclusivement dans des eaux dont la température (figure 6.10) est supérieure à 24°C (Caverivière et al., 1976; Matsuura, 1986), si bien qu'on ne les observe dans les régions tropicales nord ou sud, que pendant la saison estivale.

- Patudo

Examen des gonades

L'étude de la reproduction du patudo n'a à ce jour pas été entreprise avec la même rigueur et le même détail que pour l'albacore ou le listao. Par ailleurs, toutes les observations concernant l'état de maturité des gonades de patudos sont faites sur des individus capturés à la palangre (Sakamoto, 1969; Alekseeva, 1976; Kume et Morita, 1977; Alekseev et Alekseeva, 1980; Gaikov, 1983). Mis à part Sakamoto (1969) ou Kume et Morita (1977), qui ont calculé des index de maturité moyens (IGS) par zones sur une base annuelle ou mensuelle, tous les autres travaux reposent sur une observation macroscopique des gonades, méthode dont nous avons souligné l'imprécision.

Diverses conclusions communes à ces différents travaux ressortent malgré tout :

- L'aire de reproduction du patudo se limite essentiellement à une zone située de part et d'autre de l'équateur (15° nord - 15° sud), dans les eaux relativement chaudes et cela depuis le golfe de Guinée jusqu'aux côtes américaines (figure 6.12).

- A l'intérieur de cette vaste aire de reproduction, on peut observer des individus en reproduction plus ou moins toute l'année avec cependant deux maximums bien marqués, comme pour l'albacore, au premier et au troisième trimestre. Par ailleurs au sein de cette aire, la reproduction serait plus importante dans la partie ouest, au large des côtes nord est du Brésil et au centre de l'Atlantique notamment, que dans le golfe de Guinée.

- Quelques individus à un stade avancé de maturation sexuelle ont été parfois observés dans les régions tropicales sud (10° sud à 20° sud), au large de l'Angola ou du Brésil et nord-est (Sénégal), pendant les mois d'été qui sont respectivement de novembre à février et de juin à septembre; ceci indiquerait que ces régions correspondant à des zones de ponte sporadiques, mais très secondaires par rapport à la grande zone équatoriale de reproduction du patudo (figure 6.12).

Répartition des larves

D'une manière générale, presque tous les auteurs ayant travaillé sur les larves de thons ont souligné que les larves de patudos sont toujours nettement plus rares que celles d'albacore ou de listao. Caverivière et Suisse de Sainte Claire (1980), ont montré statistiquement que la présence de larves d'albacore et de patudo (et dans une moindre mesure de listao) sont très fortement corrélées, ce qui, comme l'observation directe des gonades, indiquerait un schéma de reproduction (zones et périodes) très voisin pour ces deux espèces.

Les larves de patudo sont très rarement trouvées dans des eaux de température inférieure à 24°C (Rudomiotkina, 1983 b) et le plus souvent dans les eaux dont la température est supérieure à 28°C (Caverivière et al., 1976) (figure 6.10). Elles sont présentes plus ou moins toute l'année dans une vaste zone entourant l'équateur depuis les côtes du Brésil jusqu'au golfe de Guinée (figure 6.12). On n'en trouve dans les régions tropicales nord (Sénégal, Iles du Cap Vert) et sud (Congo-Angola) que pendant les mois d'été, de juillet à septembre et novembre à février (Rudomiotkina, 1983).

Ces résultats confirment le schéma de reproduction déduit de l'observation des gonades.

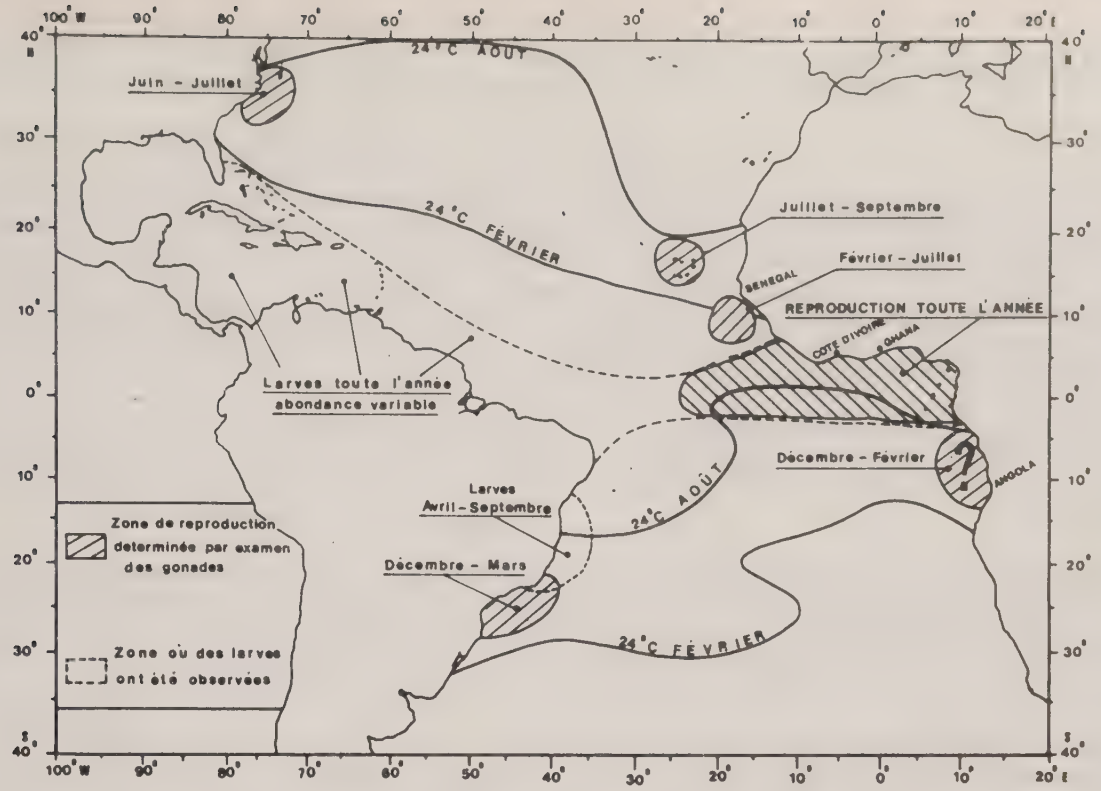


Figure 6.11 Répartition spatio-temporelle de la reproduction du listao (Katsuwonus pelamis) de l'Atlantique (d'après Cayré, 1984).

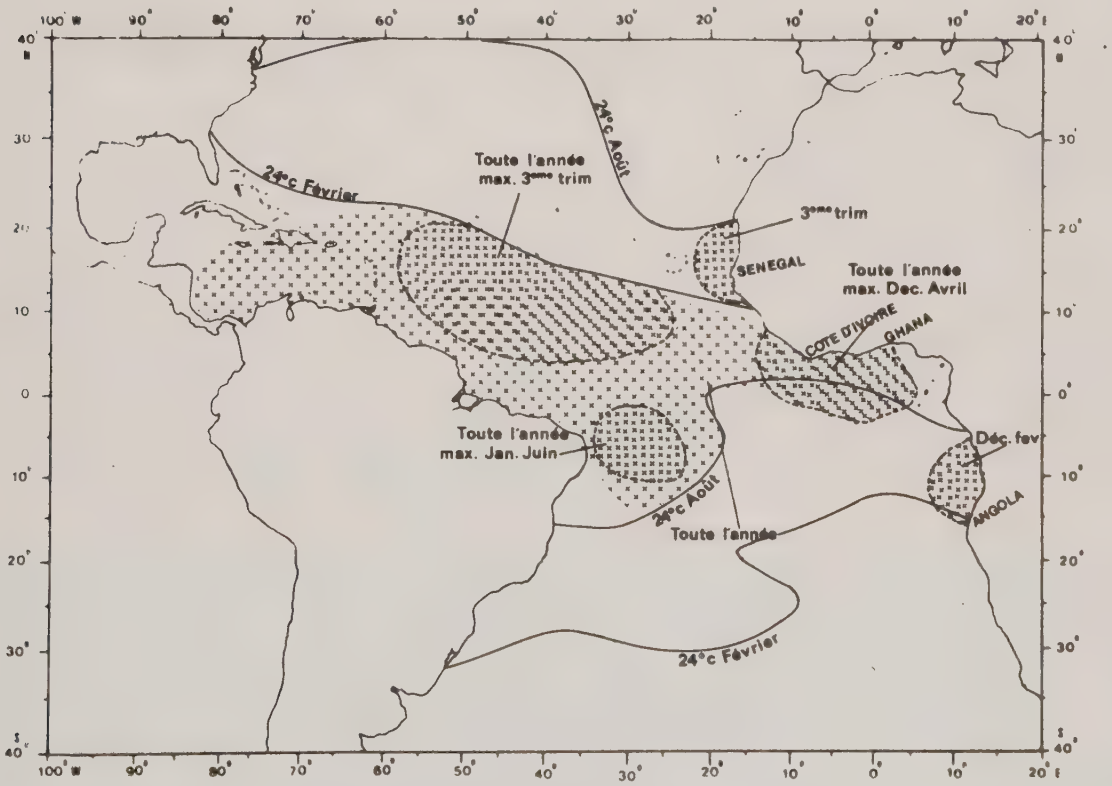


Figure 6.12 Répartition spatio-temporelle schématique de la reproduction du patudo dans l'Atlantique, d'après les observations faites sur les larves et la maturité des gonades. La densité des points de la figure traduit l'intensité relative des pontes présumées. On remarquera que la ponte se fait de manière plus ou moins permanente dans une vaste zone équatoriale et qu'une importante strate de reproduction se situe au large des côtes nord-est du Brésil et du Vénézuela au 3ème trimestre.

6.1.1.6.3. Nombre d'émissions d'oeufs (tableau 6.1)

La détermination du nombre de pontes ou émissions d'oeufs dont est capable un individu est un problème particulièrement difficile à résoudre à partir de poissons capturés dans leur milieu naturel. Ce problème est d'autant plus délicat à résoudre, que les aires et périodes de reproduction sont extrêmement étendues, comme nous l'avons vu pour l'albacore, le listao et le patudo. Il est ainsi actuellement impossible, à partir de travaux conduits dans l'Atlantique, et pour aucune de ces trois espèces, de dire avec précision de combien d'émissions d'oeufs par an elles sont capables, et l'on est obligé de se contenter d'hypothèses.

D'après les mensurations d'ovocytes effectuées sur les gonades femelles à un stade avancé de maturation, et cela pour les trois espèces (Albaret, 1977; Cayré et Farrugio, 1986; Alekseev et Alekseeva, 1980) on constate :

- que les distributions de fréquence de taille des ovocytes sont de type plurimodal (plusieurs groupes distincts d'ovocytes en maturation),
- que l'on peut observer parfois dans ces gonades, et en plus des ovocytes en maturation, de gros ovocytes atrésiques (en cours de résorption), qui sont les restes d'une émission d'oeufs récente.

Ces deux observations ont conduit à la conclusion selon laquelle, l'albacore, le listao et la patudo effectuent plusieurs émissions successives d'oeufs.

D'après le nombre de groupes (ou modes) d'ovocytes visibles dans les distributions de fréquence chez les femelles à un stade avancé de maturation (figures 6.2, 6.3 et 6.4), en supposant que chacun de ces groupes évolue bien jusqu'à la ponte et que d'autres groupes n'apparaissent pas immédiatement après la ponte de ceux-ci, on peut faire les hypothèses suivantes sur le nombre d'émissions d'oeufs possibles :

albacore : 3 émissions
listao : 4 émissions
patudo : 3 émissions

Ces différentes émissions d'oeufs se feraient successivement au cours d'une période de ponte donnée, il conviendrait donc, de multiplier ces chiffres par le nombre estimé de périodes de ponte de chacune des espèces; cette estimation du nombre de périodes de ponte conduit à faire d'autres hypothèses plus aléatoires encore, basées sur l'observation de l'évolution des index de maturité dans une zone donnée et sur les migrations possibles d'une zone à l'autre. L'albacore et le patudo pourraient ainsi avoir deux ou trois périodes de reproduction par an, ce qui conduirait à des nombres d'émissions d'oeufs compris entre 5 et 10 (tableau 6.1).

Le cas du listao est encore plus délicat, puisqu'il semble capable de se reproduire un peu toute l'année sans période bien marquée et d'accomplir très rapidement son cycle de maturation (Cayré, 1985). Très récemment cette aptitude du listao à procéder à des émissions d'oeufs successives très rapprochées semble bien mise en évidence par le remarquable travail de Hunter, Beverly et Macewicz (1986) sur les listaos du Pacifique ; après une étude histologique très précise des gonades de listaos ces auteurs arrivent à la conclusion que cette espèce peut émettre des oeufs tous les 1,18 jours pendant toute la durée de sa période de reproduction. Si l'on fait l'hypothèse que cette saison de reproduction dure au moins 3 mois, on aboutit à l'estimation de 76 émissions d'oeufs par an.

Nous insisterons encore une fois sur le caractère hypothétique de l'ensemble de ces résultats ; la fécondité en général peut en effet varier

selon de multiples facteurs : taille et âge des individus, variations climatiques et environnementales etc...

6.1.1.7 Fécondité

Par le terme "fécondité", c'est en général en fait la "fécondité partielle individuelle" qui est désignée. Il s'agit selon la définition adoptée lors du "groupe de travail sur la reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée" (ISRA-ORSTOM, 1979) du "nombre d'ovocytes du dernier mode présents dans les ovaires au stade de préponte type, avant que l'émission ne commence"; ce nombre est censé correspondre au nombre d'oeufs pondus lors d'une émission d'oeufs. En toute rigueur la "fécondité totale" annuelle d'un individu d'une espèce donnée, sera égale à la somme des fécondités partielles correspondant à chacune des émissions d'oeufs faites par cet individu au cours d'une année.

6.1.1.7.1 Fécondité partielle

La fécondité est fonction de divers paramètres propres à chaque espèce et à chaque individus (taille, poids du poisson, poids des gonades, index de maturité...); on l'exprime le plus généralement en fonction de la longueur des individus.

Albacore

La relation fécondité (partielle) - longueur à la fourche a été calculée ici à partir des données récueillies par Albaret (1976), elle s'exprime par :

$F = 39{,}62\ LF - 3056$
avec $r = 0{,}343$ et $n = 198$ (nombre d'observations)
F = fécondité en milliers d'oeufs
LF = longueur à la fourche en centimètres

On voit (figure 6.13) qu'un albacore selon sa taille peut émettre de 1 à 6 millions d'oeufs par émission (tableau 6.1). On notera la faible valeur du coefficient de corrélation (r), qui indique une très forte variabilité de la fécondité pour une taille donnée. Les raisons de cette forte variabilité n'ont pas encore été explorées pour l'albacore.

Listao

La relation fécondité - longueur à la fourche (Cayré et Farrugio, 1986) s'exprime par :

$F = 17{,}817\ LF - 544{,}811$
avec $r = 0{,}527$ $n = 231$ (nombre d'observations)
F = fécondité en milliers d'oeufs
LF= longueur à la fourche en centimètres

Ce sont donc de 100000 à peu plus de 1 millions d'oeufs (tableau 6.1) qui peuvent être émis en une seule fois par un listao selon sa taille (figure 6.14). Cette fécondité peut aussi s'exprimer en nombre moyen d'oeufs émis (en une seule fois) par gramme de poids du corps de l'animal entier; c'est ce que l'on désigne par le terme "fécondité relative partielle". Dans le cas du listao la fécondité relative partielle semble légèrement diminuer quand la taille des individus augmente, mais se situe en moyenne aux alentours de 100 oeufs émis par gramme de poids total (Cayré et Farrugio, 1986). Par ailleurs, Cayré et Farrugio (1986) ont montré que la forte variabilité de la fécondité pour une taille donnée de listao semble liée à la zone de capture du poisson : ainsi la fécondité des individus échantillonnés décroit quand on s'écarte de la zone équatoriale pour aller vers les régions tropicales nord ou sud.

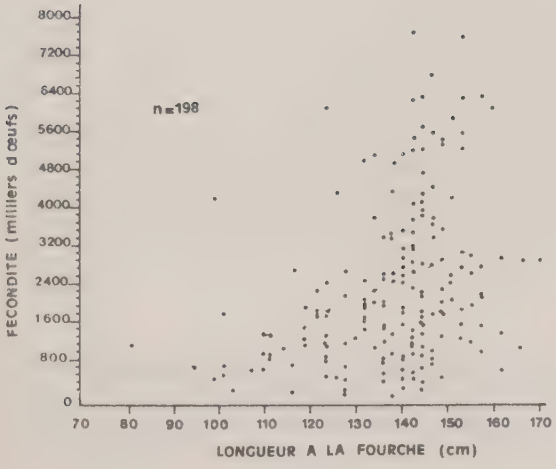


Figure 6.13 Relation entre la fécondité partielle individuelle et la taille de l'albacore de l'Atlantique tropical oriental.

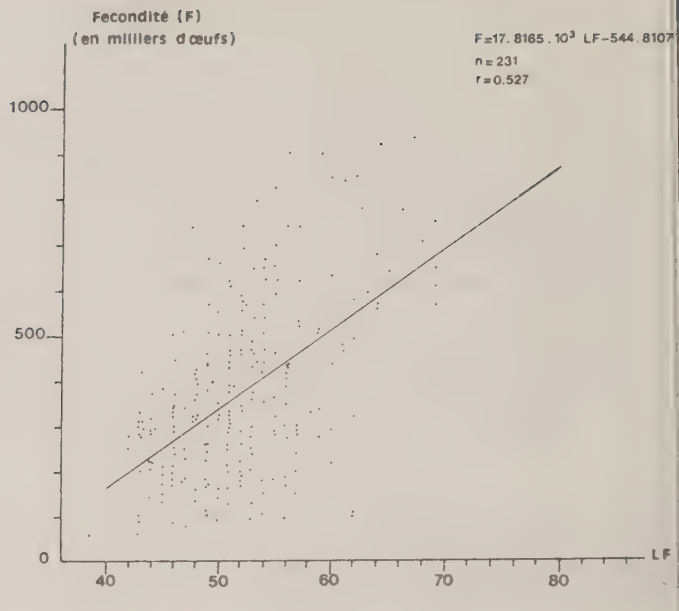


Figure 6.14 Relation fécondité-longueur à la fourche (LF) du listao de l'Atlantique Est (d'après Cayré et Farrugio, 1986).

Tableau 6.1

Fécondités partielles et totales (exprimées en millions d'oeufs pondus) de l'albacore, du listao et du patúdo de l'Atlantique tropical oriental.
(1) Patudo: L'absence d'études approfondies sur la fécondité de cette espèce dans l'Atlantique et les informations fragmentaires recueillies dans le Pacifique conduisent en première approximation à extrapoler les résultats de l'albacore à cette espèce.

ESPECE	FECONDITE PARTIELLE (nb. d'oeufs émis une seule fois)	NOMBRE TOTAL D'EMISSIONS D'OEUFS	FECONDITE TOTALE ANNUELLE (nb.d'oeufs émis)
ALBACORE	1 à 6 millions	4 à 10	4 à 60 millions
PATUDO (1)	id	id	id
LISTAO	0.1 à 1 million	76	7.6 à 76 millions

Le faible coefficient de corrélation (r) et la dispersion des points que l'on observait aussi dans la relation fécondité-longueur de l'albacore (figure 6.13), pourrait s'expliquer de la même manière que pour le listao; cependant on remarquera que les albacores qui ont servi à Albaret pour établir cette relation proviennent d'une zone beaucoup plus réduite (figure 6.6) (golfe de Guinée) que celle dont proviennent les listaos échantillonnés par Cayré et Farrugio (20° nord - 10° sud).

Patudo

Aucune étude de fécondité n'a encore été faite à ce jour dans l'Atlantique. Dans le Pacifique une étude assez ancienne (Yuen, 1955) semble indiquer que le patudo a une fécondité partielle voisine de celle de l'albacore (de 2,9 à 6,3 millions d'oeufs pondus par émission).

6.1.1.7.2 Fécondité totale

Pour connaitre la fécondité totale de chacune des trois espèces, il faudrait déterminer le nombre annuel d'émissions et les fécondités partielles correspondant à chaque émission. Nous avons déjà évoqué la difficulté de déterminer le nombre d'émissions d'oeufs; par ailleurs ce nombre d'émissions semble variable selon l'âge des individus (Rossignol, 1968; Albaret, 1977) et très probablement selon l'environnement biologique (abondance de l'espèce considérée, abondance de nourriture et de prédateurs) et l'environnement physico chimique.

Albaret (1977) fait l'hypothèse selon laquelle la fécondité partielle de l'albacore serait la même pour les 2 ou 3 émissions d'oeufs successives d'une même saison de ponte de l'albacore. Mais cette hypothèse n'a pas été vérifiée et on n'a encore jamais analysé les différences éventuelles de fécondité partielle d'une saison de ponte à l'autre, saisons qui semblent être au nombre de 2 ou 3.

D'après les analyses conduites sur la fécondité du listao, Cayré et Farrugio ont montré que la fécondité était variable selon la provenance géographique des poissons, mais ils évoquent l'hypothèse selon laquelle cette variabilité serait plus liée au rang de l'émission, qu'au lieu de capture des individus.

Pour le patudo aucune analyse n'a été faite, les résultats obtenus sur l'albacore seront donc extrapolés à cette espèce.

Compte tenu de toutes ces incertitudes et en négligeant complètement toutes les causes de variabilité, on peut avec une extrême circonspection estimer la fécondité totale en multipliant la fécondité partielle de chaque espèce par le nombre annuel d'émissions estimé; les résultats concernant la fécondité totale annuelle des 3 espèces sont alors :

Albacore et patudo (tableau 6.1) de 5 à 60 millions d'oeufs par an; ces chiffres sont très probablement sous estimés si l'on admet comme pour le listao une succession plus rapide et plus fréquente des émissions d'oeufs au cours de la saison de ponte.

Listao (tableau 6.1) : estimation minimale de 7,6 à 76 millions d'oeufs pondus par individu et par an; la fécondité totale moyenne serait d'environ 34 millions d'oeufs si l'on admet une fécondité partielle moyenne de 450000 oeufs par émission.

6.1.1.8 Conclusions

Des différents résultats et connaissances réelles ou hypothétiquement les plus probables, exposés dans ce chapitre on peut déduire un certain nombre de traits communs aux stratégies de reproduction de l'albacore, du listao et du patudo :

- les sexes sont séparés et la fécondation externe.
- la ponte semble s'effectuer dans les eaux chaudes de la couche de surface (0-50 mètres)
- la taille des oeufs est très voisine chez ces 3 espèces : diamètre compris entre 1 et 1,5 mm.
- l'éclosion des oeufs intervient rapidement (24 heures) après leur fertilisation et le stade larvaire ne dure ensuite qu'une quinzaine de jours.
- les zones de ponte sont très vastes; on distingue une grande aire de ponte plus ou moins permanente située de part et d'autre de l'équateur et deux zones tropicales (nord et sud), dans lesquelles la saison de ponte est limitée à la saison chaude.
- chez les trois espèces la reproduction se fait par de multiples émissions d'oeufs successives.

Cette stratégie de reproduction expliquerait la faible variabilité du recrutement (de 1 à 5 pour l'albacore (Fonteneau, 1985) et de 1 à 2 pour le listao (Cayré, 1985) que l'on estime à l'heure actuelle pour ces espèces. Au sein de cette stratégie générale de reproduction commune aux trois espèces, il apparait un certain nombre de particularismes propres à chaque espèce. L'essentiel de ce qui concerne la reproduction du patudo étant déduit des travaux intéressants l'albacore nous nous limiterons à ne souligner que les particularismes, ou "tactiques de reproduction" qui semblent différencier l'albacore et le listao.

- Fécondité et cycle de reproduction :

L'albacore a une fécondité partielle (nombre d'oeufs émis en une seule fois) plus importante que le listao car sa taille, quand il se reproduit, et la taille de ses ovaires sont plus importantes que celles du listao pour des oeufs ayant sensiblement le même volume.

Or on peut affirmer d'après les analyses de cohortes (chapitre 8) que dans l'Atlantique les listaos sont plus nombreux que les albacores. Pour compenser sa fécondité partielle plus faible, et moyennant des taux de survie larvaire qu'en première approximation on peut estimer identiques chez les deux espèces, le listao se reproduit toute l'année très activement dans la zone équatoriale, selon une tactique "opportuniste" (Cayré et Farrugio, 1986), alors que l'albacore au sein de la même zone se reproduit préférentiellement à certaines époques et en certains lieux. Le listao serait donc capable de procéder à de beaucoup plus nombreuses et fréquentes émissions d'oeufs que l'albacore, ce qui serait rendu possible par un cycle de maturation très rapide des gonades et des ovocytes qu'elles contiennent.

Chez l'albacore les relations entre les individus qui vivent en profondeur et ceux de surface, ainsi que la participation de ces deux groupes (ou stocks ?) à la reproduction de l'espèce (Fontana et Fonteneau, 1978; Yanez et Barbieri, 1980) restent à préciser, car elle procédent très probablement aussi d'une tactique de reproduction bien précise.

La stratégie de reproduction du patudo, similaire à celles de l'albacore et du listao, bien que mal étudiée semble indiquer des migrations importantes vers les lieux de reproduction équatoriaux pour les gros individus que l'on rencontre en abondance jusqu'à des latitudes très importantes (50° nord - 50° sud); cette contrainte apparente reste à démontrer et l'ensemble du schéma de reproduction du patudo mériterait d'être mieux défini.

De nombreux autres points, concernant notamment la variabilité de la fécondité (ou du schéma de reproduction lui-même) et les causes de cette variabilité restent à explorer pour les trois espèces.

6.1.2. Sex-ratio

6.1.2.1. Définition et expression

Le sex ratio se définit comme le rapport du nombre de mâles au nombre de femelles : néanmoins de nombreux auteurs désignent souvent par ce terme la proportion de mâles ou de femelles, exprimée en pourcentage du nombre total d'individus dont le sexe a été déterminé. Le sex ratio s'exprime soit pour l'ensemble de la population échantillonnée, soit plus précisément par classe de taille des individus qui composent l'échantillon.

6.1.2.2. Albacore

Le sex ratio a souvent été calculé globalement pour l'ensemble des albacores composant les échantillons recueillis (Postel, 1955; Rossignol, 1968; Lenarz et al., 1974; Yonemori et Honma, 1975; Albaret, 1977). De ces différents travaux il ressort (tableau 6.2) que le sex ratio est généralement déséquilibré en faveur des mâles quand les poissons échantillonnés proviennent d'engins de surface (canne et senne) et en faveur des femelles dans les pêcheries palangrières. La prédominance globale des femelles dans les échantillons récoltés à partir de pêches palangrières est en fait dûe à une surabondance importante des femelles chez les individus de moins de 150 cm de longueur à la fourche (figure 6.15). La prédominance des mâles chez les individus de grande taille apparait clairement aussi bien dans les échantillons capturés à la senne à partir d'une taille de 140 cm (Albaret, 1977) que dans ceux capturés à la palangre à partir d'une taille de 150 cm (figure 6.15).

Ce phénomène constaté chez les albacores des trois océans peut s'expliquer de quatre façons :

- Capturabilité des femelles plus faible que celle des mâles à partir d'une taille de 140 cm .
- Inversion sexuelle des femelles de grande taille qui deviendraient alors des mâles.
- Croissance différente pour les deux sexes et notamment une taille maximale plus petite chez les femelles que chez les mâles.
- Mortalité naturelle plus élevée des femelles.

Si les deux premières explications semblent pouvoir être écartées (Albaret, 1977), il faut retenir les deux dernières pour expliquer l'évolution constatée du sex ratio avec la taille. Les proportions similaires (du moins dans les échantillons de surface) des deux sexes jusqu'à une taille de 140 cm, semblent indiquer que jusqu'à cette taille la croissance et la mortalité des mâles et des femelles sont similaires. A partir de 140 cm les femelles pourraient avoir soit à la fois une croissance plus lente et surtout une taille maximale plus faible que celle des mâles et une mortalité naturelle plus élevée, soit simplement une mortalité naturelle beaucoup plus élevée (liée au processus de ponte ?) que celle des mâles, tout en conservant une croissance identique. Il n'est pas possible à l'heure actuelle de choisir entre ces deux hypothèses ; la croissance des mâles et des femelles d'albacore n'ayant pas été abordée séparément, et celle des grands individus en général étant toujours mal définie.

La divergence du sex ratio qui apparait chez les individus de moins de 150 cm, entre les individus capturés à la senne et ceux capturés à la palangre (figure 6.15) est très probablement significative; bien qu'elle soit à ce jour encore largement inexpliquée, on peut penser qu'elle traduit des différences de comportement liées à la reproduction des individus de surface et de ceux vivant en profondeur (paragraphe 6.1.1.6.2.).

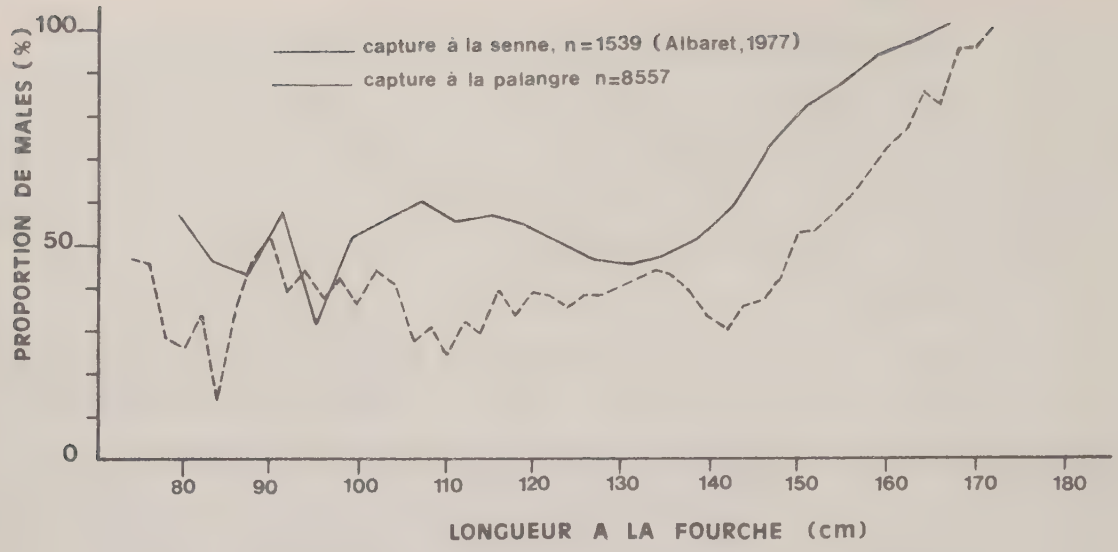


Figure 6.15 Evolution du pourcentage d'albacore mâles en fonction de la taille et selon la méthode de pêche (senne ou palangre). Les nombres totaux (n) d'individus mâles et femelles échantillonnés sont mentionnés.
N.B.: Les données non publiées concernant les individus capturés à la palangre ont été récoltées par le Far Seas Fisheries Research Laboratory (Shimizu, Japon) et nous ont aimablement été communiqués par M. S. Kume.

Tableau 6.2

Sex-ratio et pourcentages de mâles et de femelles d'albacore (Thunnus albacares) observés dans les captures réalisées dans l'Atlantique par différents engins de pêche.

Auteurs	Lieu	Engin de pêche	Nombre total mâles + femelles	Sex-Ratio	%mâles	%femelles
POSTEL (1955)	CAP-VERT	canne	252	1.27	56.0	44.0
ROSSIGNOL (1968)	CAP-VERT	canne	982	0.78	43.8	56.2
LENARZ et al.,(1974)	Atlantique	canne+senne	-	1.06	51.5	48.5
		palangre	-	1.44	59.4	40.6
YONEMORI and HONMA (1975)	Atlantique est	senne	197	1.22	53.8	46.2
ALBARET (1977)	Golfe de Guinée	senne	1540	1.45	59.2	40.8

6.1.2.3. Listao

Cayré et Farrugio (1986) ont montré à partir d'un important échantillonnage de listao (n = 16547) représentatif de la population exploitée dans l'Atlantique (canneurs et senneurs), que contrairement à l'albacore le sex-ratio global du listao n'est pas différent de 1 (valeur exacte : 0,99 soit 49,7 % de mâles).

L'analyse de ce sex ratio par classes de tailles montre, selon les mêmes auteurs, que les mâles et les femelles sont toujours en proportion statistiquement égales quelque soit la taille considérée (tableau 6.3 et figure 6.16). Ce résultat contredit ce qui a parfois été observé dans certaines régions de l'Océan Pacifique (Orange, 1961) ou de l'Océan Indien (Stequert, 1976), à savoir une dominance des mâles dans les grandes tailles.

Les calculs de sex ratio par zones de l'Océan Atlantique (Cayré et Farrugio, 1986), indiquent qu'un surnombre de mâles (Brésil, Libéria) ou de femelles (Iles Canaries, Açores) peut parfois être observé localement sans que l'on puisse l'expliquer en fonction des paramètres habituels (taille des individus, engin ou saison de pêche).

6.1.2.4. Patudo

Les principaux calculs de sex ratio du patudo de l'Atlantique ont tous été faits à partir d'échantillons d'individus capturés à la palangre (Sakamoto, 1969 ; Gaikov, 1983). A partir des données de sex ratio publiées par Sakamoto pour différentes zones recouvrant bien l'ensemble de la pêcherie de cette espèce, on peut calculer un sex ratio global qui est de 1,39 (pour 5404 individus échantillonnés). Les données publiées par Gaikov (1983) pour différentes strates spatio-temporelles, permettent de calculer un sex ratio global moyen de 1,54. Les patudos mâles sont donc en surnombre, et cela quelque soit la zone considérée.

On peut raisonnablement penser, sachant que la méthode de pêche (palangre)permet d'échantillonner essentiellement les gros individus, que comme pour l'albacore il y aurait un déséquilibre progressif du sex ratio en faveur des mâles à partir d'une certaine taille. Bien qu'aucune analyse du sex ratio par classe de longueur ne soit disponible pour le patudo de l'Atlantique, les résultats obtenus dans le Pacifique (Kume et Joseph, 1966) semblent confirmer cette hypothèse, puisque le pourcentage de mâles augmente avec la taille pour être d'environ 75 % à partir d'une taille de 170 centimètres. Shomura et Keala (1963) constatent que le sex ratio des patudos capturés à la palangre près des Iles Hawaï est progressivement déséquilibré en faveur des mâles pour les individus de 125 cm et plus.

Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut cependant éliminer totalement l'hypothèse d'un comportement différentiel des mâles et des femelles de patudo parfois évoqué pour expliquer une surabondance des mâles (Gaikov, 1983), ou même une surabondance de femelles chez des individus de grande taille (Zavala Camin, 1978), phénomènes que l'on peut observer dans certaines régions.

6.1.3. Croissance

6.1.3.1. Introduction

La croissance est un aspect de la biologie des poissons essentiel à connaitre pour l'utilisation de nombreux modèles de dynamique des populations et donc pour la gestion des stocks. Après un rappel succinct des principales méthodes utilisées pour déterminer l'âge des trois espèces de thons qui nous intéressent (albacore, listao et patudo), nous en exposerons les résultats; quand un choix important de publications se

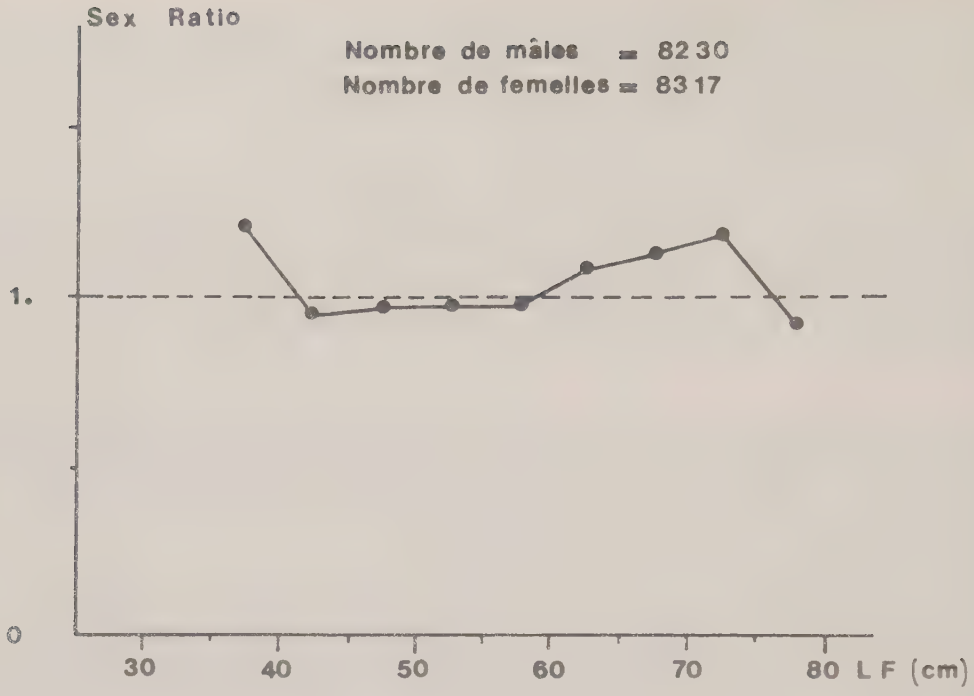


Figure 6.16 Sex-ratio (nombre de mâles/nombre de femelles) du listao de l'Atlantique par classes de taille de 5 cm (longueur à la fourche) (d'après Cayré et Farrugio, 1986).

Tableau 6.3

Listao (Katsuwonus pelamis): sex-ratio calculé par classes de taille (longueur à la fourche) de 5 cm et correspondant à des individus capturés dans l'ensemble de l'Atlantique. (D'après Cayré et Farrugio, 1986).

Classe de taille LF(cm)	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-80	Total
Nombre observations	12	431	2500	4395	4357	2904	1325	577	190	29	16720
Sex-ratio mâles/femelles	5.000	1.261	0.956	0.968	0.973	0.969	1.077	1.121	1.184	0.935	0.990
CHI 2	2.67	4.96*	1.25	1.15	0.80	0.73	1.81	1.89	1.35	0.03	0.46

* CHI 2 significatif au seuil de 5%

présentera nous ne retiendrons que les ouvrages les plus récents et/ou ceux qui s'appuient sur un échantillonnage de poissons important (nombre et gamme de taille des individus concernés).

6.1.3.2. Méthodes de détermination et expression des résultats

Trois techniques différentes sont très généralement utilisées pour déterminer la croissance des poissons : le suivi des filiations modales observables dans les distributions de fréquences de la taille d'individus échantillonnés, la lecture directe de l'âge sur différentes pièces dures (os, écailles, otolithes...) et le marquage. Nous aborderons successivement la description sommaire de chacune de ces méthodes.

6.1.3.2.1. Suivi des filiations modales ou méthode de Petersen (1895)

Cette méthode consiste à suivre l'évolution dans le temps et donc la croissance des tailles modales qui apparaissent dans les distributions de fréquences des longueurs; les données de fréquence de taille des poissons proviennent d'échantillons en général recueillis avec une périodicité régulière (tous les mois par exemple). On suppose donc que les individus naissent en différents groupes successifs et que ces groupes seront identifiables par leur taille moyenne (ou modale) dans les échantillons de fréquence de tailles réalisés périodiquement. On conçoit que la méthode sera d'autant plus facile à appliquer que, comme l'indique Postel (1955), "la période de ponte est courte et la population homogène".

A partir de ce principe, il existe de nombreuses techniques pour décomposer des distributions plurimodales (dont les modes se recouvrent plus ou moins), en différents modes caractéristiques dont on suit alors l'évolution dans le temps (Cassie, 1954; Tanaka, 1962; Hasselblad, 1960; Bhattacharya, 1967; Gheno et Le Guen, 1968; Pauly et David, 1981...).

6.1.3.2.2. Lecture directe de l'âge

Cette méthode repose sur l'observation selon laquelle la croissance d'un poisson n'est pas régulière et que tout arrêt ou même ralentissement de cette croissance pour quelque cause que cela soit (raréfaction de nourriture, température du milieu, reproduction, migration, maladies...) va se matérialiser par un phénomène visible dans certains tissus calcifiés (squelettiques ou non) de ce poisson, tels que : vertébres, maxillaires, écailles, otolithes, rayons des nageoires... L'apparition de ces marques d'arrêt de croissance peut même être fonction du rythme biologique interne; la périodicité de leur formation est dans ce cas très précise, environ 24 heures, et l'on parle alors de "stries d'accroissements journaliers".

Une fois établie et connue la périodicité d'apparition de ces différentes marques d'arrêt de croissance dans les tissus, il est possible par simple comptage de celles-ci de déterminer l'âge individuel des poissons recueillis. Pour établir une courbe de croissance, on peut, soit répéter ces observations sur plusieurs poissons de tailles différentes, soit si l'on connait la relation mathématique liant le nombre de marques et la taille ou l'âge de l'espèce concernée, procéder à partir d'un nombre limité d'individus au "rétrocalcul" des tailles ou âges correspondants à chaque marque d'arrêt de croissance.

Nous soulignerons ici que, outre les techniques de préparation et de lecture souvent délicates, la principale difficulté de la méthode réside dans la "validation" des résultats à savoir la détermination précise de la périodicité d'apparition des marques d'arrêt de croissance.

Pour des poissons que l'on peut difficilement garder en élevage, comme les thons, la technique de validation la plus courante consiste à injecter à des poissons préalablement mesurés et identifiés par une marque, des substances telles que la tétracycline. Ces substances ont en effet la

propriété de se fixer presque instantanément dans les tissus calcifiés en cours de croissance et d'y laisser une marque bien visible et précise; lorsque ce poisson est recapturé on peut donc clairement identifier les éventuelles marques d'arrêt de croissance qui se sont déposées entre les dates de marquage et de recapture.

6.1.3.2.3. Marquage

Cette technique consiste à poser des marques sur des poissons vivants,préalablement mesurés, et à relacher ensuite ces poissons. La recapture ultérieure de ces individus identifiables par leurs marques, permet de déterminer leur croissance à partir du rapport entre l'accroissement de taille observé et le temps écoulé entre le marquage et la recapture. Pour être efficace cette méthode exige que le nombre de poissons recapturés soit suffisant; l'importance du nombre de poissons à marquer sera donc fonction de la surface dans laquelle ces poissons sont susceptibles de se déplacer (migrations) et de leur taux d'exploitation. Par ailleurs une bonne précision dans les mensurations des tailles au marquage et à la recapture est indispensable au succès de cette technique.

6.1.3.2.4. Expression des résultats

Les résultats obtenus par l'application des trois méthodes évoquées ci-dessus, s'expriment en général le plus souvent selon les trois manières suivantes :

- Le taux de croissance : c'est l'accroissement (exprimé en millimètres ou en centimètres) de la taille ou du poids par unité de temps (en général le mois ou l'année). Le taux de croissance est souvent donné par gamme de tailles ou de poids des poissons.
- La clé âge-taille (ou poids) : c'est un tableau de correspondance entre l'âge réel, ou relatif, et la taille du poisson ou son poids.
- La loi de croissance de Von Bertalanffy (1938); cette loi s'exprime selon l'équation classique :

$$Lt = L_{\infty} (1-e^{-k(t-to)})$$

avec Lt = longueur à l'âge t
L_{∞} = longueur asymptotique
K = taux de croissance
t_o = âge théorique auquel la taille est nulle

La courbe exponentielle, qui correspond à cette équation, va tendre vers une longueur asymptotique dont la valeur est symbolisée par L_{∞}. Il faut donc bien remarquer que cette longueur L_{∞} est essentiellement un paramètre mathématique, caractéristique de l'équation de Von Bertalanffy. La valeur de ce paramètre dépend essentiellement de la composition en taille des poissons de l'échantillon utilisé pour calculer l'équation de croissance; ce n'est que si l'ensemble des individus (y compris les plus grands) est bien représenté dans les échantillons utilisés que L_{∞} correspondra assez bien avec la taille moyenne des plus grands individus échantillonnés. On ne peut donc à priori assimiler L_{∞} à la taille maximale que l'espèce considérée peut atteindre dans la nature.

Nous indiquerons donc indépendamment des valeurs de L_{∞}, les tailles maximales de chacune des espèces qui ont réellement été observées. Il convient également de souligner ici, qu'en règle générale il est dangereux d'extrapoler les résultats de croissance obtenus à partir d'un échantillon de poissons couvrant une gamme de taille donnée, en dehors de cette gammme de taille.

6.1.3.3. Résultats

Nous donnerons successivement pour les trois espèces, albacore, listao et patudo, les résultats obtenus par chacune des différentes méthodes

d'étude de la croissance; nous indiquerons enfin le résultat global et synthétique le plus probable concernant la croissance de l'espèce considérée.

6.1.3.3.1. Albacore

Lecture directe de l'âge

- Ecailles

Le premier travail important sur la lecture directe de l'âge de l'albacore de l'Atlantique à partir de lectures d'écailles a été publié par Yang, Nose et Hiyama (1969) à partir d'un échantillon de 296 albacores pêchés à la palangre; ces auteurs ont effectué des lectures d'écailles prélevées sous la quatrième pinnule dorsale des individus. Leurs résultats calculés à partir de 144 individus sont :

- Taux de croissance : 34 cm/an (i.e. 2,8 cm/mois) pour des individus dont la taille (déterminée par retrocalcul) est comprise entre 66 cm et 130 cm.
- Equation de Von Bertalanffy : Si l'on admet l'hypothèse avancée par Yang et al., selon laquelle les marques d'arrêt de croissance apparaissent 2 fois par an (en mai et en septembre), les paramètres de croissance calculés par ces auteurs (L_{∞} = 222,8 cm; k = 0,139) correspondent donc à une échelle de temps semestrielle puisque 6 mois séparent la formation de deux marques d'arrêt de croissance successives; ramenés à une échelle annuelle ces paramètres deviennent : L_{∞} = 222,8 cm ; k (annuel) = 0,278.
- Clé âge-taille : l'âge donné est un âge relatif car les auteurs soulignent qu'ils n'ont pu déterminer la périodicité d'apparition des annulations (2 par an aux mois de mars et septembre) que par analogie avec des hypothèses faites dans le Pacifique, et qu'ils ne connaissent pas l'âge lors de l'apparition de la première annulation; l'âge relatif (exprimé en semestres) correspondant à chaque marque d'arrêt de croissance serait donc selon cette double hypothèse :

AGE RELATIF (SEMESTRES)	1	2	3	4	5
Taille (cm)	66.1	86.1	104.1	120.0	132.93

- Premier rayon de la nageoire dorsale

Draganick et Pelczarski (1984), ont tenté de déterminer la croissance de l'albacore de l'Atlantique à partir de la lecture de 171 coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale d'albacores capturés à la palangre. Les auteurs soulignent le côté hypothétique de leurs résultats en s'appuyant sur les observations suivantes :

- Pas de réelle validation de la périodicité d'apparition les marques d'arrêt de croissance (estimée à 2 par an).
- Echantillon de taille réduite et intéressant essentiellement les gros individus (taille supérieure à 120 cm).

Nous ajouterons à ces observations que, comme l'expérience l'a montré, plus les individus sont grands, comme c'est le cas ici, plus les coupes du premier rayon deviennent difficiles, voire impossibles, à lire en raison du remaniement osseux qui intervient au centre de ce rayon et rend illisible cette partie centrale très importante.

Compte tenu de ces observations, les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy calculés par ces auteurs sont :

L_{oo} = 192,4 cm; k(annuel) = 0,37; t_o = - 0,003 année

Filiations modales (méthode de Petersen)

Après les travaux de Le Guen et al., (1969), c'est en 1973, que le plus important travail de synthèse sur la croissance de l'albacore, déterminée à partir des distributions de fréquences de taille a été réalisé (Le Guen et Sakagawa, 1973). Les fréquences de tailles établies à partir des mesures de longueur d'albacores capturés entre le Sénégal et l'Angola de 1966 à 1970 par les flottilles thonières française et américaine (canneurs et senneurs) ont été rassemblées et analysées par ces deux auteurs.

On remarquera que la gamme des tailles recouvertes par cet échantillonnage numériquement très important comprend bien l'ensemble des albacores de 35 à 180 centimètres de long, qui étaient et sont toujours exploités dans l'Atlantique oriental; cependant, considérant comme un artefact l'aspect plus ou moins stationnaire, à des valeurs comprises entre 40 et 55 centimètres, des modes qui représentent les plus petits individus capturés, Le Guen et Sakagawa ne tiennent volontairement compte dans leurs calculs que des individus d'une taille comprise entre 60 et 171 centimètres.

Les paramètres de la meilleure estimation de croissance faite par ces auteurs pour l'ensemble des albacores de l'Atlantique est, et selon leur hypothèse d'une date de naissance fixée au 1er mars, sont :

L_{oo} = 194,8 cm; k(annuel) = 0,420; t_o = 0,6233 années

La valeur de t_o a été fixée moyennant l'hypothèse selon laquelle les poissons recrutés à une taille de 60 centimètres ont un âge de 18 mois et compte tenu de l'existence de deux dates de naissance fixées par ces auteurs au 1er mars et au 1er juillet. La clé âge-longueur et la courbe de croissance établies à partir de cette équation (tableau 6.4, figure 6.17) indiquent une assez bonne concordance avec les résultats calculés à partir des paramètres de Yang et al., (1969), du moins pour les tailles correspondant aux ges compris entre 2 et 5 ans.

Cette courbe de croissance de Le Guen et Sakagawa a longtemps été utilisée comme référence pour tous les travaux de dynamique des populations concernant l'albacore de l'Atlantique.

Partant de l'observation selon laquelle dans la période récente qui suit celle correspondant à l'étude de Le Guen et Sakagawa, les prises de petits albacores de moins de 60 cm, ainsi que celles de gros albacores de plus de 140 cm ont fortement augmenté, Fonteneau (1980) souligne qu'il est indispensable de refaire une étude pour préciser la croissance de ces individus mal représentés dans les échantillons utilisés par Le Guen et Sakagawa.

Les échantillons recueillis de 1971 à 1977 parmi les captures des flottilles FIS de canneurs et de senneurs, ainsi que ceux provenant des flottilles ghanéenne, japonaise et coréenne qui exploitent essentiellement les petits albacores, listaos ou patudos dans le golfe de Guinée, ont été utilisés par Fonteneau (1980) pour déterminer la croissance de l'albacore. Il convient de souligner ici que cet échantillon couvre beaucoup mieux l'ensemble de la pêcherie d'albacores de l'Atlantique que ne le faisait celui disponible alors pour Le Guen et Sakagawa; l'échantillon utilisé par ces derniers était en fait une juxtaposition d'échantillonnages saisonniers de diverses origines géographiques.

Dans l'analyse de Fonteneau trois gammes de tailles (longueur à la fourche) sont considérées :

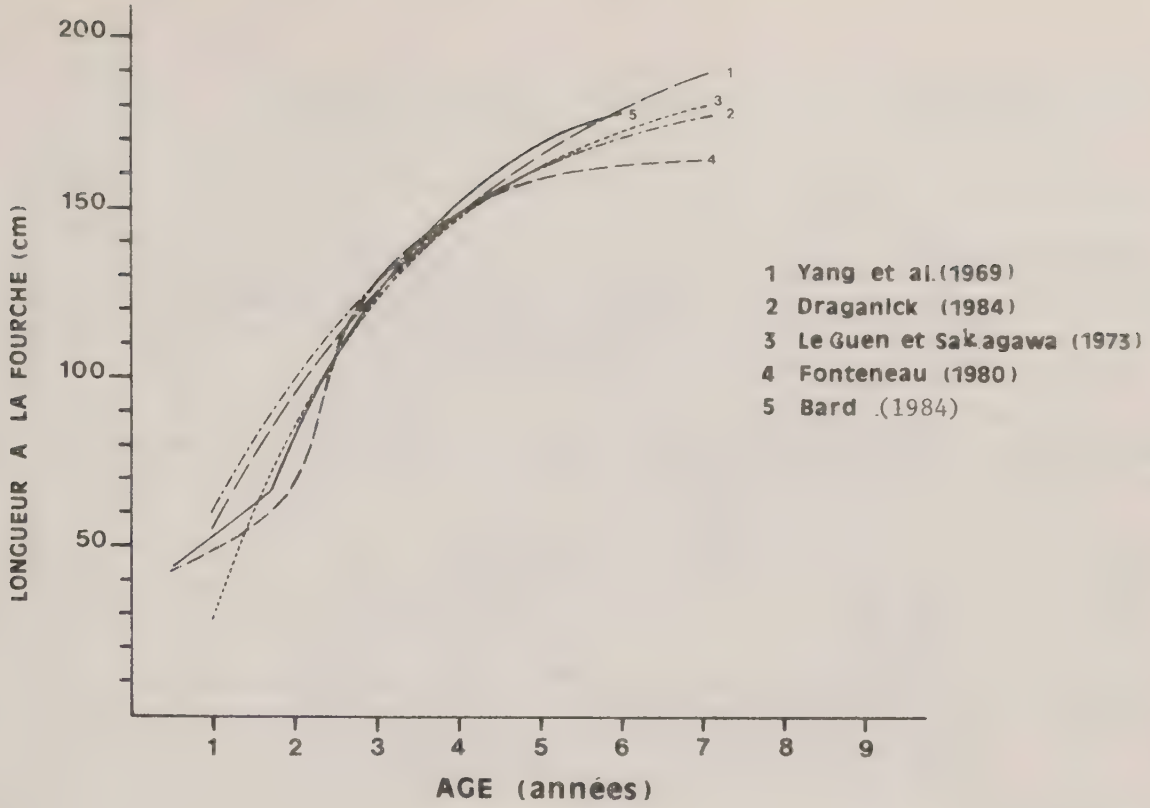


Figure 6.17 Courbes de croissance de l'albacore d'après les paramètres k et L_{oo} de l'équation de Von Bertalanffy, calculés par différents auteurs.

Tableau 6.4 Relation entre l'âge et la taille de l'albacore (Thunnus albacares) de l'Atlantique calculée selon les paramètres proposés par différents auteurs et déterminés par diverses méthodes. Lorsque le modèle de croissance proposé par un auteur est composé de plusieurs parties distinctes, celles-ci sont séparées par une ligne pointillée. Le domaine de stricte application théorique de ces différentes relations âge-taille est indiqué par des chiffres marqués d'un astérisque (*).

METHODE	LECTURE DIRECTE		PROGRESSION MODALE		MARQUAGE
AUTEURS	Yang et al (1969)	Draganick (1984)	Le Guen et Sakagawa (1973)	Fonteneau (1980)	Bard (1984)
AGE (années)					
0.5	-	-	-	42.0*	43.9*
1.0	54.1*	59.4	28.5	49.0*	52.7*
1.5	76.0*	81.8	60.0*	56.0*	61.5*
2.0	95.0*	100.5	85.5*	67.0*	82.7*
2.5	111.6*	116.0	106.2*	107.8*	106.8*
3.0	126.0*	128.9	123.0*	128.4*	125.7*
3.5	138.6	139.6	136.6*	141.7*	140.7*
4.0	149.5	148.6	147.6*	150.3*	152.4*
4.5	159.0	156.0	156.6*	156.0	161.8
5.0	167.3	162.1	163.8	159.6	169.1
5.5	174.5	167.2	169.7	162.0	174.6
6.0	180.8	171.5	174.4	163.6	179.5
6.5	186.2	175.1	178.3	164.5	-
7.0	191.0	178.0	181.4	165.2	-

- les petits albacores de 35 cm à 70 cm
- les albacores de taille moyenne (70 cm à 130 cm)
- les gros albacores (taille supérieure à 130 cm)

Le suivi des filiations modales donne alors les résultats suivants:

Petits albacores (LF de 35 à 70 cm et soit P de 0,8 à 6,7 kg) :
Ces individus semblent grandir en suivant une loi de croissance ralentie (figure 6.18), avec un taux de croissance moyen de 1,56 cm/mois (18,7 cm/an) très inférieur à celui calculé pour la même gamme de taille selon l'équation de Le Guen et Sakagawa (4,9 cm/mois).

La relation âge-taille, donnée par Fonteneau, pour les petits albacores est basée sur les déplacements observés des modes, et sur l'hypothèse d'une date de naissance fixée au 15 janvier :

AGE (MOIS)	6	12	18	24
Taille (cm)	42	49	56	67

Cette relation est inclue dans la clé générale âge-taille de Fonteneau (tableau 6.4).

Albacores de taille moyenne (70 à 130 cm ; soit 6,7-42,1 kg)

Les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy calculés par Fonteneau pour les individus de cette gamme de taille sont :
L_{oo} = 166,4 cm; k(annuel)=0,864; t_o= 1,2917 années

Ces paramètres et la clé âge-taille qu'il permettent de calculer pour les albacores compris dans cette gamme de taille (tableau 6.4) sont similaires à ceux proposés par Le Guen et Sakagawa (1972).

Albacores de grande taille (plus de 130 cm; poids supérieur à 42 kg) Pour ces individus Fonteneau souligne que "des modes sont parfois observés dans cette gamme de tailles; mais, quand ils existent l'analyse des filiations modales est le plus souvent impossible" (figure 6.18).

Diverses raisons peuvent être évoquées pour expliquer cette impossibilité :
- une forte variabilité inter-individuelle de la croissance
- l'existence d'une croissance différente chez les mâles et les femelles
- le mélange de plusieurs groupes d'albacores nés à des dates différentes
- le manque de précision dans les mesures de longueur à la fourche de ces individus, longueurs qui sont en fait calculées à partir de mesures de longueur prédorsale selon une relation mathématique (Caverivière, 1976).

A ce point de l'exposé nous retiendrons donc que pour les albacores de taille moyenne (70 cm à 140 cm de longueur) les analyses de filiations modales de Le Guen et Sakagawa (1972) et celles de Fonteneau (1980) donnent des résultats similaires qui concordent avec les conclusions de Yang et al., (1969) obtenues à partir de lecture d'écailles. En revanche les résultats de Fonteneau, qui indiquent une croissance lente des petits albacores (taille de 35 à 70 cm) divergent complètement de ceux obtenus dans l'Atlantique par d'autres auteurs qui, quelque soit leur méthode d'étude, semblent indiquer une croissance "rapide" de ces albacores. On

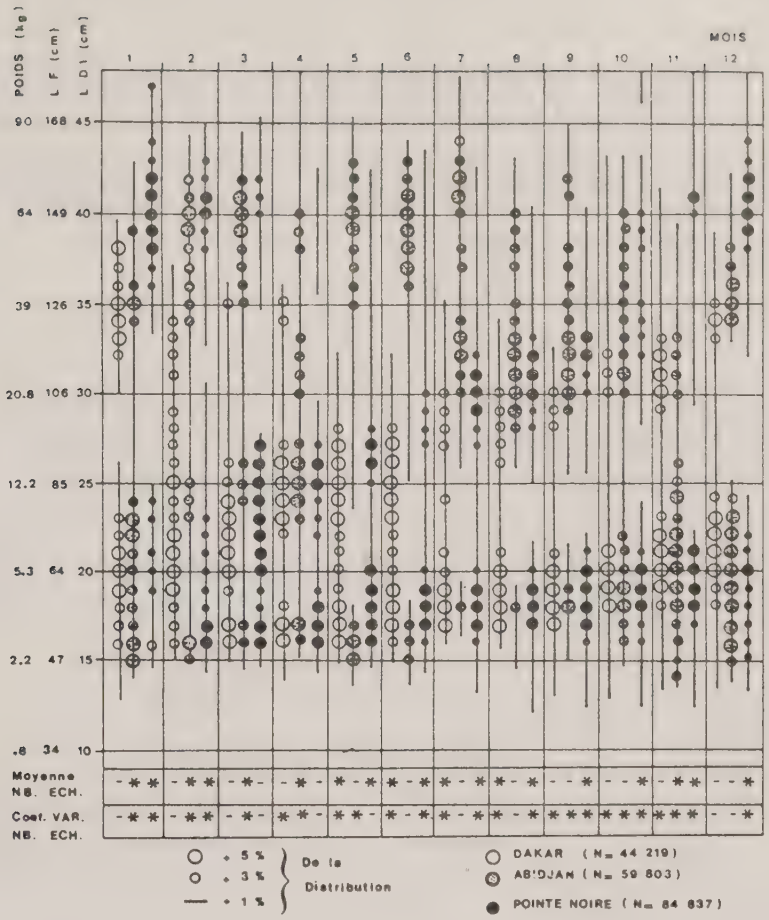


Figure 6.18 Schéma des distributions de fréquence de taille d'albacore cumulées (de 1969 à 1977), par secteur de pêche (Dakar, Abidjan, Pointe-Noire) et par mois, obtenues à partir des mensurations effectuées sur des albacores capturés à la senne et à la canne par la flottille thonière FIS (d'après Fonteneau, 1981). On remarquera la concordance des observations faites à Dakar, Abidjan et Pointe-Noire, la faible croissance apparente des poissons de taille inférieure à 70 cm et la dispersion des observations concernant les albacores de taille supérieure à 125 centimètres.

retiendra cependant que l'échantillon utilisé par Fonteneau est le seul qui contiennent réellement un nombre significatif de poissons de cette gamme de taille (35- 70cm).

Etant donnée les incertitudes qui peuvent exister dans les résultats obtenus par la méthode de Petersen appliquée aux petits albacores (sélectivité des engins de pêche, variabilité de la croissance liée aux zone et époques de capture, recrutement continu et non à date fixe, incorporation de jeunes patudos confondus avec des albacores...) nous attendrons d'examiner les résultats des expériences de marquage pour discuter plus précisément ces deux hypothèses divergentes de la croissance des jeunes albacores.

Marquage

Le premier calcul des taux de croissance observés sur des albacores marqués et recapturés a été fait par Fonteneau (1980) à partir de 82 individus pour lesquels le temps écoulé entre le marquage et la recapture est supérieur à 1 mois. Dans cette analyse les deux catégories de tailles (déjà évoquées dans l'analyse de la croissance selon la méthode de Petersen) sont considérées séparément. Les résultats (tableau ci-dessous), similaires à ceux obtenus par cet auteur par l'analyse des fréquences de taille (paragraphe 6.1.3.1), semblent confirmer l'hypothèse d'une croissance ralentie des individus de taille inférieure à 70 cm.

	CATEGORIE DE TAILLE	
	Petits albacores (de 40 à 70 cm ou 1,3 à 6,7 kg)	Albacores de taille moyenne (70 à 140 cm ou 6,7 à 52,5 kg)
Nombre d'observations	58	24
CROISSANCE (cm/mois)	1,40	3,11

Après 1975, les expériences de marquage ont été poursuivies et le nombre de données de recaptures utilisables pour une estimation de la croissance a augmenté. Bard (1984) après avoir rassemblé l'ensemble des données concernant les recaptures d'albacores marqués dans l'Atlantique Est par différents pays (Corée, Côte-d'Ivoire, France, Japon, Sénégal) a pu retenir 243 individus pour une analyse de la croissance. Après avoir constaté que le taux de croissance des individus d'une taille inférieure à 70 cm était très sensiblement plus lent que celui des albacores plus grands, cet auteur, par différents ajustements successifs, détermine que c'est à partir de 65 cm que le taux de croissance se modifierait. Il décrit donc la croissance de l'albacore en considérant séparémment, comme Fonteneau, deux gammes de tailles d'albacores, les petits albacores (de taille inférieure ou égale à 65 cm) et les gros :

Petits albacores (35 à 65 cm ou de 0,8 à 5,4 kg)

Taux de croissance : 17,7 cm/an (soit 1,47 cm/mois)
Equation de croissance linéaire :

$L = 17,71\ t - 35,0$
avec L = longueur à la fourche en centimètres

t = age relatif en années, 35 cm étant considéré comme la taille correspondant à l'âge 0 du recrutement.

Gros albacores (de 65 à 180 cm, ou de 5,4 à 110,8 kg

Equation de croissance de Von Bertalanffy avec
L_{oo} = 196,55 cm ; k(annuel)=0.474; t_o = 0,847 années

Les résultats de Bard concernant les albacores de moins de 65 cm confirment le taux de croissance lent de ces individus mis en évidence par Fonteneau.

Un travail similaire, conduit lui aussi sur des données de marquages-recaptures d'albacores, a permis à Miyabe (1984) de confirmer également l'hypothèse de Fonteneau (1980) d'une croissance ralentie des albacores de moins de 60 centimètres.

D'une manière générale la clé âge-taille (tableau 6.4) résultant de l'analyse de Bard s'accorde assez bien avec celle établie en 1980 par Fonteneau, mais seulement jusqu'à une taille d'environ 150 cm (soit un âge d'environ 4 ans).

Comme ceux de Fonteneau, les résultats de Bard divergent fortement de ceux de Le Guen et Sakagawa pour les albacores de moins de 1 mètre, s'accordent ensuite assez bien pour ceux compris entre 100 et 165 centimètres, et divergent ensuite à nouveau. Il faut souligner que l'intervalle de stricte application des résultats de Bard, se limite aux tailles des albacores réellement pris en compte dans son analyse; en conséquence la loi de croissance et la clé âge-taille des albacores de plus de 150 cm reste très hypothétique, au même titre que celles des autres auteurs.

Longévité et taille maximale

Le plus gros albacore pêché dans l'Atlantique recensé a été capturé par un pêcheur sportif et pesait 176 kilos pour une longueur d'environ 2,10 mètres (IGFA, 1985). On peut estimer très grossièrement à l'heure actuelle que la durée de vie maximale de l'albacore serait de l'ordre de 10 à 15 ans (tableau 6.5).

Discussion

Etant donné que les résultats de croissance obtenus par lecture directe de l'âge sur les écailles (Yang et al., 1969) ou sur les coupes du premier rayon de la nageoire dorsale (Draganick et Pelczarski, 1984) demeurent très hypothétiques puisque non validés (paragraphe 6.1.3.3.1) nous nous limiterons à ne considérer à l'heure actuelle que les taux ou lois de croissance déduits de l'analyse des progressions modales ou des recaptures de poissons marqués. Considérant que les calculs effectués par Le Guen et Sakagawa (1973) ne prennent pas en compte les individus de moins de 60 centimètres, il est à priori peu rigoureux de vouloir extrapoler la loi de croissance proposée par ces auteurs à des albacores de cette catégorie de taille.

Le faible taux de croissance (1,4 cm/mois) des jeunes albacores (40 à 70 cm) que Fonteneau (1980) a calculé à partir de l'observation des fréquences de taille pourrait en fait être dû à un biais lié à l'échantillonnage lui-même : sélectivité liée aux engins de pêche, nombre d'individus insuffisant, échantillonnage saisonnier, mélange de jeunes patudos.

Cette interprétation semble peu vraisemblable vu l'importance de l'échantillon, sa bonne répartition spatio-temporelle et la bonne concordance des résultats lorsque l'on considère séparément les

échantillons provenant des différents engins de pêche (figure 6.18), canne ou senne (Fonteneau, 1980). D'autre part la confusion de jeunes patudos avec des albacores de même taille dans les échantillons, si elle est possible vue la grande ressemblance de ces deux espèces à ces tailles, ne peut introduire qu'un biais mineur dans la variabilité des observations en raison de la forte dominance numérique des albacores dans les captures thonières de l'Atlantique Est.

Le faible déplacement des modes pourrait également s'expliquer par un recrutement plus ou moins permanent de jeunes albacores dans la pêcherie. Il semble en effet que l'albacore se reproduise plus ou moins toute l'année (chapitre 6) ; cependant dans le golfe de Guinée cette reproduction semble passer par un maximum en début d'année, ce que parait confirmer l'existence de modes bien individualisés que l'on observe dans les mensurations d'albacores de plus grande taille (70-130 cm). On comprend cependant encore mal le devenir (recrutement) des albacores qui naissent à d'autres moment de l'année et notamment au troisième trimestre (paragraphe 6.1.1.) et n'apparaissent dans les échantillons de fréquence de taille qu'à des longueurs supérieures à 1 mètre ce qui cause progressivement un chevauchement des différents modes et en interdit la séparation.

Par ailleurs les analyses des résultats de marquage (Fonteneau, 1980 ; Bard, 1984 ; Miyabe, 1984) confirment le faible taux de croissance des jeunes albacores.

Le marquage apparait à l'heure actuelle comme la méthode la plus directe et la plus fiable pour déterminer la croissance. En effet des biais liés à des erreurs de mesures de la longueur des poissons au marquage ou à la recapture, ou encore des variations de longueur causées par le mode de conservation des poissons recapturés (congélation) semblent négligeables. Un ralentissement de croissance induit par le stress occasionné par l'opération de marquage ne peut guère être invoqué quand on sait que seuls les individus restés plus d'un mois en liberté ont été pris en compte (Bard, 1984), que ce stress n'apparait pas chez les individus un peu plus grands (Fonteneau, 1980) et que des poissons très récemment marqués ont un comportement alimentaire qui semble normal (Cayré, 1982).

Si l'on observe une assez bonne concordance dans la courbe de croissance des albacores de taille moyenne (65-140 cm) proposée par différents auteurs (figure 6.17), les divergences qui apparaissent pour les tailles supérieures à 140 cm proviennent de la mauvaise représentation de ces individus aussi bien dans les échantillons de fréquence de tailles que dans les données de marquage. L'hypothèse selon laquelle les mâles et les femelles d'albacore suivraient des lois de croissance différentes si elle n'a jamais été directement confirmée semble très vraisemblable (paragraphe 6.1.2.) et pourrait expliquer l'impossibilité de suivre des filiations modales chez les grands individus. Enfin la forte variabilité individuelle probable de la croissance de ces individus et le mélange progressif de poissons d'origines différentes (cohortes, lieux de ponte...) rend impossible la décomposition modale des fréquences de taille et complique énormément l'analyse de leur croissance. L'extrapolation des diverses courbes de croissance (figure 6.17) aux albacores de grande taille est donc extrêmement hasardeuse, mais demeure actuellement le seul moyen disponible pour estimer la croissance moyenne de ces individus.

Conclusion et table de correspondance âge-taille-poids de l'albacore

Les analyses les plus récentes de la croissance de l'albacore, quelqu'en soient les méthodes, semblent indiquer que la croissance des jeunes individus (moins de 65 à 70 cm) se fait à un taux relativement lent de l'ordre de 1,4 à 1,6 centimètres par mois. Les raisons de cette croissance ralentie ne sont pas encore connues, même si des explications liées à la pauvreté relative des eaux du golfe de Guinée où l'on trouve ces jeunes albacores ont été avancées à titre d'hypothèse (Fonteneau, 1980). On

peut cependant s'interroger sur l'importance réelle de la fraction des individus qui passeraient par cette phase de croissance ralentie : tous les albacores de l'Atlantique tropical oriental suivent ils cette loi de croissance ou bien seulement ceux nés en début d'année dans le golfe de Guinée ? Quelle est l'importance jouée par les albacores nés en dehors du golfe de Guinée dans l'exploitation de cette espèce dans l'Atlantique oriental et quelle loi de croissance suivent-ils ?

Le taux de croissance (de 2,8 à 3,3 cm/mois) et la loi de croissance des albacores de taille moyenne (70 à 140 cm) semblent assez bien définis si l'on en croit la convergence des résultats calculés par divers auteurs selon différentes méthodes ; les différences qui peuvent apparaitre seraient essentiellement dûes aux méthodes (échantillonnage, calcul, expression...) utilisées pour déterminer la croissance. Cependant l'accélération relative de la croissance de ces individus, qui intervient donc à une taille d'environ 65 centimètres, n'est pas expliquée, même si l'on peut souligner que cette taille de 65 cm correspond en gros à celle de la puberté.

La croissance des grands albacores d'une taille supérieure à 150 centimètres et celle des juvéniles depuis le stade larvaire jusqu'à une taille de 35 centimètre, ainsi que les variabilités spatio-temporelles ou sexuelles probables de la croissance de l'ensemble de l'espèce sont autant de sujets qui restent à étudier, et pourraient avoir d'importantes conséquences en matière d'aménagement des pêches.

Nonobstant ces incertitudes, la description de la croissance de l'albacore récemment adoptée par l'ICCAT dans ses travaux (ICCAT, 1984) se décompose en deux parties:

- Pour les albacores de moins de 65 cm (âge inférieur à 1,7 an) l'équation de croissance est celle décrite par Bard (1984) ; à savoir une croissance linéaire avec un taux de 177 mm/an.

- Pour les albacores de plus de 65 cm (âge correspondant supérieur à 1,7 ans), l'équation de croissance adoptée est celle proposée par Le Guen et Sakagawa (1973) avec les paramètres : L oo = 194,8 mm et K (annuel) = 0,42; moyennant toutefois l'adjonction du paramètre to = 0,967 années pour raccorder cette croissance avec celle des albacores de moins de 65 cm.

La clé âge-taille résultante (tableau 6.6) est comptée en âge relatif à partir d'un âge O correspondant à celui des albacores qui entrent dans la pêcherie à une taille de 35 centimètres. Cette table de correspondance (tableau 6.6) peut à l'heure actuelle être considérée comme la meilleure pour l'albacore de l'Atlantique tropical oriental.

6.1.3.3.2. Listao

Lecture directe de l'âge

Les écailles de listaos apparaissant impropres à la détermination de l'âge (Shabotiniets, 1968), ce sont essentiellement les vertèbres, le premier rayon de la nageoire dorsale et la sagitta des otolithes qui sont utilisés pour les lectures d'âge.

Etant données les dimensions réduites des otolithes de listao et la complexité de leur préparation pour une lecture d'âge (Wild et Foreman, 1980), il n'y a pas eu d'observations d'otolithes faites sur le listao de l'Atlantique. En revanche il existe plusieurs travaux de détermination de l'âge et de la croissance à partir de lectures de coupes minces (400 microns) du premier rayon de la nageoire dorsale de listaos de l'Atlantique Ouest (Batts, 1972; Carles-Martin, 1975) et de l'Atlantique Est (Cayré, 1979; Antoine et al., 1982, 1983; Antoine et Mendoza, 1986). En ce qui concerne l'Atlantique Est, les résultats préliminaires de Cayré (1979)

obtenus pour des listaos de 40 à 60 centimètres indiquent un taux de croissance de 8,1 cm/an, et la clé âge-taille suivante :

AGE (ANNEES)	1	2	3
Taille (cm)	40,7	48,8	57,0
Poids (kg)	1,2	2,4	3,8

Ces lectures d'âge, effectuées en faisant l'hypothèse non validée de l'apparition d'une marque d'arrêt de croissance par an, ont été reprises à grande échelle au cours du Programme International de Recherches sur le Listao (Antoine et al., 1982 et 1983; Antoine et Mendoza, 1986). Les résultats de ce travail, qui impliquait plusieurs lecteurs et observations par coupe, sont très différents de ceux obtenus auparavant dans l'Atlantique (Batts, 1972; Carles Martin, 1975; Cayré, 1979) et indiquent un taux de croissance faible de l'ordre de 5 cm/an. Les clés âge-taille résultant de ces observations et de l'utilisation de la méthode du rétrocalcul (tableau 6.7), suggèrent l'existence de lois de croissance différentes d'une zone à l'autre et notamment que la croissance serait plus rapide dans la région tropicale nord est(Sénégal) que dans le golfe de Guinée.

Cependant les auteurs, bien que leur travail ait été conduit à une échelle et avec un rigueur sans précédent, soulignent la difficulté des lectures d'âge et la subjectivité de leur interprétation. Par ailleurs aucune périodicité de formation des marques d'arrêt de croissance, commune à l'ensemble des échantillons ou des individus, n'a pu être mise en évidence malgré l'utilisation de marquages à la tétracycline (paragraphe 6.1.3.2.2.). Les causes et la périodicité d'apparition des marques d'arrêt de croissance sont donc très probablement multiples et hétérogènes (Antoine et al., 1982), ce qui rend arbitraire et peu fiable la détermination de l'âge du listao à partir des coupes du premier rayon de la nageoire dorsale.

Méthode de Petersen

L'application de cette méthode pour déterminer la croissance du listao a été tentée à deux reprises sur les échantillons très importants provenant de l'Atlantique Est (Bour, 1976; Cayré et al., 1986). Outre les divers biais ou erreurs potentielles liés à la méthode elle-même (absence de certaines classes d'âge dans les échantillons, subjectivité du choix des filiations modales) Cayré, Diouf et Fonteneau (1986) précisent qu'ils n'ont pu déterminer la croissance du listao par cette méthode en raison de la stabilité observée dans les modes (parfois réduits à un seul). Cette stabilité peut s'expliquer dans ce cas par la conjonction de différents phénomènes :

- variabilité saisonnière et géographique de la croissance (Bard et Antoine, 1986; Cayré et al., 1986).
- mode de reproduction opportuniste de l'espèce, d'où pontes permanentes sans périodes ni zones bien définies (Cayré et Farrugio, 1986).
- recrutement plus ou moins permanent de listaos dans les pêcheries.
- migrations (immigrations et émigrations) brutales et fréquentes dans les zones de pêche.

Des conclusions analogues ont été avancées (Josse et al., 1979) dans le Pacifique après une analyse portant sur une importante quantité de données recueillies pendant plus de 20 ans ; ces auteurs soulignent de plus que l'apparente progression des tailles modales peut conduire selon les

Tableau 6.5 Longévité maximale des trois espèces de thonidés tropicaux majeurs (albacore, listao, patudo) avec les tailles et les poids maximums observés.

ESPECE	DUREE DE VIE MAXIMALE ESTIMEE	TAILLE MAXIMALE (cm)	POIDS MAXIMUM (kg)
ALBACORE	10 - 15 ans	210	176
LISTAO	10 ans	90	23
PATUDO	15 ans	220*	225*

*: estimation

Tableau 6.6 Table de correspondance entre l'âge, la taille (longueur à la fourche, LF) et le poids de l'albacore de l'Atlantique tropical oriental. Cette table a été calculée d'après une courbe de croissance composite:

1ère partie - pour LF 65 cm (âge 1,7 an), croissance linéaire de 17,7 cm/an (Bard, 1983)
2ème partie - pour LF 65 cm, équation de croissance de Von Bertalanffy avec k (annuel) = 0,42, L_{oo} = 194,8 mm (d'après le Guen et Sakagawa, 1973) avec adjonction de t_o = 0,967 an.
La relation taille-poids utilisée est celle de Caverivière (1976), cf $ 6.3.

AGE (années)	L.F (cm)	POIDS (kg)
0.5	43.9	1.7
1.0	52.7	2.9
1.5	61.6	4.6
2.0	68.6	6.3
2.5	92.5	15.3
3.0	111.9	26.9
4.0	140.3	52.8
5.0	159.0	76.6
6.0	171.3	95.6
7.0	179.3	109.6

Tableau 6.7 Relations âge-taille (longueur à la fourche, LF) du listao obtenues par lecture de coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale pour deux régions de l'Atlantique est et selon deux méthodes (d'après Antoine, Cayré et Mendoza, 1982).

	GOLFE DE GUINEE		ZONE TROPICALE NORD-EST	
AGE (années)	RETRO-CALCUL (LF en cm)	LECTURE DIRECTE (LF en cm)	RETRO-CALCUL (LF en cm)	LECTURE DIRECTE (LF en cm)
1	34.5	35.75	34.2	35.24
2	38.8	39.92	39.5	40.27
3	43.2	44.09	45.1	45.30
4	47.5	48.26	49.8	50.33
5	52.4	52.43	54.0	55.36
6	55.6	56.60	57.7	60.39
7	58.7	60.77		

régions et les années considérées à des croissances rapides, lentes ou nulles, et que l'aspect très subjectif de la méthode dans son application au listao, en rend les résultats extrêmement douteux, quand ils existent.

Marquage

Jusqu'à une période très récente (1983) les marquages et donc les recaptures de listao marqués dans l'Océan Atlantique étaient numériquement très insuffisants pour permettre une analyse sérieuse de la croissance de l'espèce. Ainsi en 1976 l'estimation de la croissance du listao de l'Atlantique ne se basait que sur 12 recaptures (ISRA-ORSTOM,1976); les résultats se réduisaient alors à une simple estimation d'un taux de croissance moyen de 11,5 cm/an.

Depuis cette date de nombreux marquages de listaos (près de 30000) ont été effectués dans l'atlantique Est à l'occasion du "Programme International de Recherches sur le listao de l'Atlantique" coordonné par l'ICCAT. Plusieurs analyses de croissance à partir des données concernant les poissons marqués et recapturés ont été faites (Bard et al., 1983; Bard et Antoine, 1986; Cayré et al., 1986).

Taux de croissance

Un des premiers résultats de ces différentes analyses a été de mettre clairement en évidence qu'il existait chez le listao une variabilité du taux de croissance liée à la zone de marquage et de recapture des individus:

- Le taux de croissance observé par Cayré et al., (1986) sur des listaos de 40 à 55 cm de long, marqués dans la zone tropicale nord (Sénégal - Cap Vert) varie de 13 à 20 cm/an selon les périodes de marquage et les temps de liberté; globalement le taux de croissance observé sur les 177 listaos marqués et recapturés plus d'un mois après leur marquage est de 18,9 cm/an dans cette zone tropicale nord.

- Le taux de croissance des listaos du golfe de Guinée, calculé d'après les différentes lois de croissance proposées par Bard et Antoine (1986) varie selon les paramètres et les temps de liberté retenus de 7,1 à 9,8 cm/an.

En comparant les taux de croissance observés sur les listaos marqués dans la zone tropicale nord à différentes époques, Cayré et al., 1986 ont pu montrer que le fort taux de croissance moyen observé pour cette zone (18,9 cm/an) était lié à une composante saisonnière de l'environnement. En effet les taux de croissance observés sur des listaos marqués dans cette zone en début de saison de pêche (juin) et en fin de saison de pêche (octobre) sont respectivement de 20 cm/an et de 15 cm/an. La différence entre ces deux valeurs indique une forte variabilité saisonnière de la croissance; celle-ci serait maximale pendant l'été, au moment où les conditions écologiques sont les plus favorables et alors que les individus semblent demeurer dans la région.

En conclusion le taux de croissance des listaos pendant leur période de présence très saisonnière (3ème et 4ème trimestre) en zone tropicale nord-est (18,1 cm/an) apparait d'une manière générale beaucoup plus rapide que celui observé en zone équatoriale (8,3 cm/an).

Afin de tenir compte de cette accélération saisonnière de croissance, et bien qu'aucune donnée ne soit disponible ni pour la zone tropiale sud-est, ni pour l'Atlantique occidental, un taux moyen de croissance de 12 cm/an est actuellement adopté empiriquement pour le listao de l'Atlantique.

Une très forte variabilité des taux de croissance annuels moyens (9 à 32 cm/an) apparait également d'après les travaux effectués sur les listaos

du Pacifique. Comme dans l'Atlantique, ces taux de croissance semblent fonction des zones d'étude et reflètent très probablement aussi la forte variabilité spatio-temporelle de la croissance de l'espèce.

Paramètres et courbe de croissance

Etant donné l'existence d'une variabilité géographique et saisonnière de la croissance, les paramètres k et L_{oo} de la loi de croissance de Von Bertalanffy, ont été estimés séparément pour la zone équatoriale, comprise entre 5^{o} nord et 5^{o} sud (Bard et Antoine, 1986) et pour la zone tropicale nord-est 10^{o} à 2^{o} nord, depuis la côte jusqu'à 20^{o} ouest (Cayré et al., 1986b). Pour chacune de ces zones, les listaos recapturés après moins d'un mois de liberté, ont été éliminés des calculs afin d'éviter un biais éventuel lié au traumatisme qui pourrait être causé par l'opération de marquage.

- Zone équatoriale (Bard et Antoine, 1986)

Les individus peu nombreux (n = 28) restés plus d'un an en liberté, et donc de grande taille, ont été délibéremment exclus des calculs par les auteurs en raison de modifications, supposées par eux, qui interviendraient dans le comportement (émigration) et la physiologie de ces grands listaos. L'estimation des paramètres k et L_{o}o a donc été faite à partir de 369 recaptures correspondant à des temps de liberté compris entre 30 et 365 jours: L_{oo} = 741,5 mm; k (annuel) = 0.3758; to = 0

Les auteurs, jugeant ensuite qu'une valeur de L_{oo} égale à 80 cm permettrait de mieux schématiser la croissance (cette valeur correspond aux plus grands listaos capturés), ont alors calculé la valeur de K correspondante : L_{oo} = 80.0 cm; k (annuel) = 0.32; to = 0

Le tracé de la courbe de croissance correspondant à ces paramètres, (figure 6.19) est celui actuellement utilisé dans les différents modèles de dynamique des populations concernant le listao, après toutefois que la taille à l'âge 1 ait été arbitrairement fixée, soit à la plus petite taille des listaos entrant dans la pêcherie (eniron 35 cm, Bard et Antoine, 1986), soit à la taille probable de l'espèce à l'âge de 1 an (38 cm; Cayré, 1985).

- Zone tropicale nord-est (Cayré et al., 1986 b)

Les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy ont été calculés (selon la même méthode que celle utilisée en zone équatoriale est) d'après les données de recaptures de 170 listaos ayant des temps de liberté compris entre 30 et 200 jours : L_{oo} = 620,2 mm; k (annuel) = 2.0805; to = 0

La courbe de croissance correspondant à ces paramètres (figure 6.19) laisse apparaitre, comme nous l'avions vu précédemment, une forte variabilité régionale et saisonnière de la croissance du listao.

Clé âge-taille-poids du listao

Compte tenu du fait que le marquage est à l'heure actuelle la technique la plus fiable pour déterminer la loi de croissance du listao, que d'après les lectures directes de l'âge un listao de 1 an mesure probablement moins de 40 centimètres, et enfin que les listaos ne fréquentent que saisonnièrement la région tropicale, une clé âge-taille (tableau 6.8) basée sur les paramètres de croissance de Bard et Antoine (1986) pour la région équatoriale, et en adoptant une taille de 38 centimètres à l'âge de 1 an, a été établie (Cayré, 1985).

Longévité et taille maximale

Les plus gros listaos pêchés parfois dans l'Atlantique atteignent des tailles comprises entre 90 centimètres et un mètre de long; cependant de tels individus ne sont pratiquement jamais pêchés dans la zone de l'étude; le poids qui correspond à ces tailles est alors compris entre 17 et 25 kg.

Malgré toutes les incertitudes qui demeurent sur la détermination de l'âge de l'espèce, on peut estimer que sa longévité maximale est d'environ 10 ans (tableau 6.5).

Conclusion

Des différentes techniques utilisées pour déterminer la croissance, le marquage demeure actuellement la plus fiable. Ce que l'on sait maintenant de la croissance du listao de l'Atlantique reste malgré tout assez fragmentaire; la généralisation de la croissance observée sur une partie seulement de l'aire de répartition spatio-temporelle de l'espèce (zone équatoriale est) et essentiellement sur la gamme de taille des individus les plus fréquents dans les captures (35-60 cm), est une source de biais potentiels sérieux, si des fractions importantes de la population considérée suivent des lois de croissance très différentes pendant une période significative de leur exploitation (Cayré, 1985). La mise en évidence d'une variabilité saisonnière de la croissance devrait conduire à un effort supplémentaire d'analyse portant sur les différents endroits et périodes d'abondance de l'espèce.

6.1.3.3.3. Patudo

Lecture directe de l'âge

La détermination de l'âge du patudo de l'Atlantique à partir de lectures d'écailles s'étant avérée impossible (Gaikov et al., 1980), seul le premier rayon de la nageoire dorsale a été utilisé (Gaikov et al., 1980; Draganick et Pelczarski, 1984).

La lecture de coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale de patudos capturés à la palangre a permis à Gaikov et al., (1980) d'établir une clé de correspondance âge-taille (tableau 6.9) calculée à partir des paramètres de croissance de Von Bertalanffy suivants :

L_{oo} = 253,75 cm; k(annuel)= 0,173; to = -0,15 années

La gamme de taille des individus échantillonnés par Gaikov et al., s'étendait de 30 à 200 centimètres, mais ni le nombre ni la distribution de fréquence de taille des individus dont l'âge a été estimé ne sont communiqués. Par ailleurs, l'hypothèse utilisée par ces auteurs pour déterminer l'âge et selon laquelle il y aurait deux marques d'arrêt de croissance par an, n'est ni vérifiée ni validée. Cette hypothèse est d'autant moins vérifiable que, comme le soulignent les auteurs, leur échantillon n'a été récolté qu'à une période bien précise de l'année.

Une étude plus récente (Draganick et Pelczarski, 1984) conduite selon la même hypothèse et à partir d'un échantillon de patudos dont les tailles sont essentiellement comprises entre 110 et 165 centimètres de long, aboutit aux paramètres de croissance suivants en taille et en poids :

L_{oo} = 218,8 cm; k(annuel) = 0,23; to = -0,02 année

W_{oo} = 206,4 kg; k(annuel) = 0,24; to = -0,03 année

La clé âge-taille calculée à partir de ces paramètres (tableau 6.9) est similaire à celle proposée par Gaikov et al., (1980), mais ici encore la périodicité d'apparition des marques d'arrêt de croissance dans les rayons de la nageoire dorsale n'est pas validée.

Il faut, en plus de l'obstacle majeur que représente l'absence de validation de la périodicité d'apparition des marques de croissance, garder à l'esprit le caractère souvent subjectif des lectures d'âge, phénomène bien mis en évidence pour le listao. De plus l'expérience a montré que plus les individus sont grands plus les coupes du premier rayon deviennent difficiles voire impossibles à lire en raison du remaniement osseux qui intervient au centre de ce rayon et rend illisible cette partie centrale très importante.

Filiations modales (méthode de Petersen)

La première estimation de la croissance du patudo par la méthode de Petersen (Champagnat et Pianet, 1974), se basait sur les échantillons de fréquence de taille des individus capturés par les pêcheries de surface (canneurs et senneurs) de l'Atlantique Est depuis le Congo jusqu'au Sénégal. Les paramètres de la loi de croissance de Von Bertalanffy ainsi déterminés sont :

L_{oo} =338,53cm; k(annuel)=0,104 097; to =-0,5425 années

Cette loi de croissance et la clé âge-taille qui en découle (tableau 6.9), s'appliquent théoriquement à une gamme de tailles de patudo allant de 60 à 140 centimètres de longueur à la fourche.

Par la suite Marcille et al., (1978), ont repris cette analyse à partir des mensurations de longueur prédorsale (de l'extêrmité de la tête à la base de la première nageoire dorsale) de patudos capturés par la flottille thonière de surface FIS (France, Côte d'Ivoire, Sénégal) de 1969 à 1977. Cet échantillon plus important que celui utilisé par Champagnat et Pianet (1974) leur permet d'étendre le domaine de stricte application de l'équation de croissance qu'ils proposent à une gamme de taille de patudos comprise entre 45 et 150 cm de longueur à la fourche. Après que les mesures de longueur prédorsale aient été converties en longueur à la fourche selon la relation établie par Champagnat et Pianet (1974), la clé âge-longueur (tableau 6.9) peut être calculée d'après les paramètres de la loi de croissance :

L_{oo} = 259,6 cm; k(annuel)=0,1488; to= -0,3983 années

Cette clé est très similaire à celle proposée par Pianet et Champagnat (1974).

La même méthode appliquée plus tard à des échantillons plus importants incluant des mensurations de patudos capturés à la palangre (Weber, 1980; Pereira, 1984) a permis de calculer des relations âge-taille (tableau 6.9) assez voisines de celles précédemment établies. Les paramètres calculés par Weber (1980) sur un échantillon incluant des individus de 40 à 190 centimètres de long sont :

L_{oo} = 491,6cm; k(annuel)=0,054; to = -0,952 années

La très forte valeur de L_{oo}, provient du fait que les poissons de grande taille (>150 cm) sont assez mal représentés dans l'échantillon utilisé ainsi que de la subjectivité des filiations modales établies pour ces grands patudos. Pereira (1984) qui reprend ces mensurations réactualisées jusqu'en 1982, souligne la représentation irrégulière des grands individus dans les échantillons et la difficulté de localiser les modes dans les fréquences de taille qui concernent les individus d'une taille supérieure à 150 centimètres. La clé âge-taille déduite des paramètres de croissance de Pereira (L_{oo} = 381,47 cm; k(annuel)= 0,08508503) et moyennant l'adjonction à ces paramètres d'une valeur de t_o égale à -0,4 années, est donc logiquement très similaire aux précédentes (tableau 6.9) pour les patudos de 40 à 150 centimètres de longueur à la fourche.

Marquage

A partir des marquages de patudos réalisés dans l'Atlantique Est par la Côte d'Ivoire, la France, le Japon et le Sénégal une analyse de la croissance de l'espèce a été réalisée (Cayré et Diouf, 1984). Les 130 données de recaptures retenues par ces auteurs ont permis de montrer que contrairement à l'albacore, il ne semblait pas y avoir de croissance lente des jeunes patudos (longueur inférieure à 60 centimètres). La clé âge-longueur (tableau 6.9) calculée à partir des paramètres de croissance déterminés par Cayré et Diouf : L_{oo} = 285,37 cm ; k(annuel) = 0,1127, moyennant l'adjonction d'un paramètre t_o = -0,5 ans, ne s'applique théoriquement qu'aux individus dont la taille est comprise entre 38 et 110 centimètres. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par les autres méthodes dans une gamme de taille comprise entre 40 et 150 centimètres. De

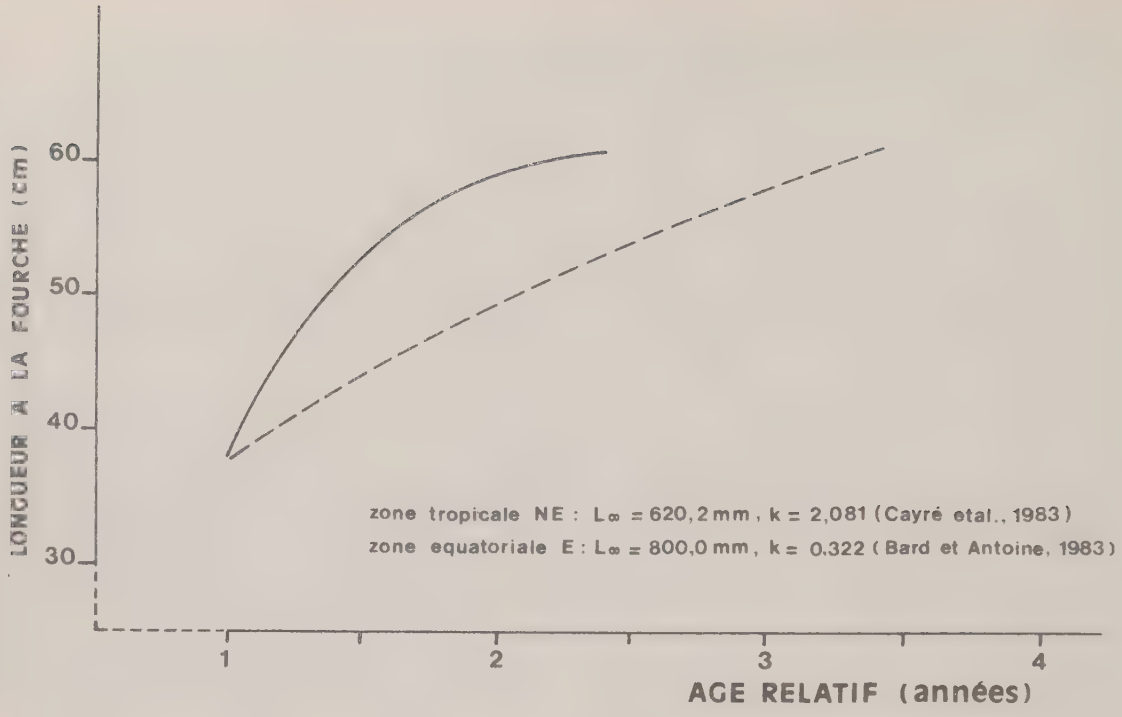


Figure 6.19 Courbes et paramètres de croissance du listao calculés d'après les données de marquage et correspondant aux zones tropicales nord-est et équatoriales-est de l'Atlantique (d'après Cayré, 1985).

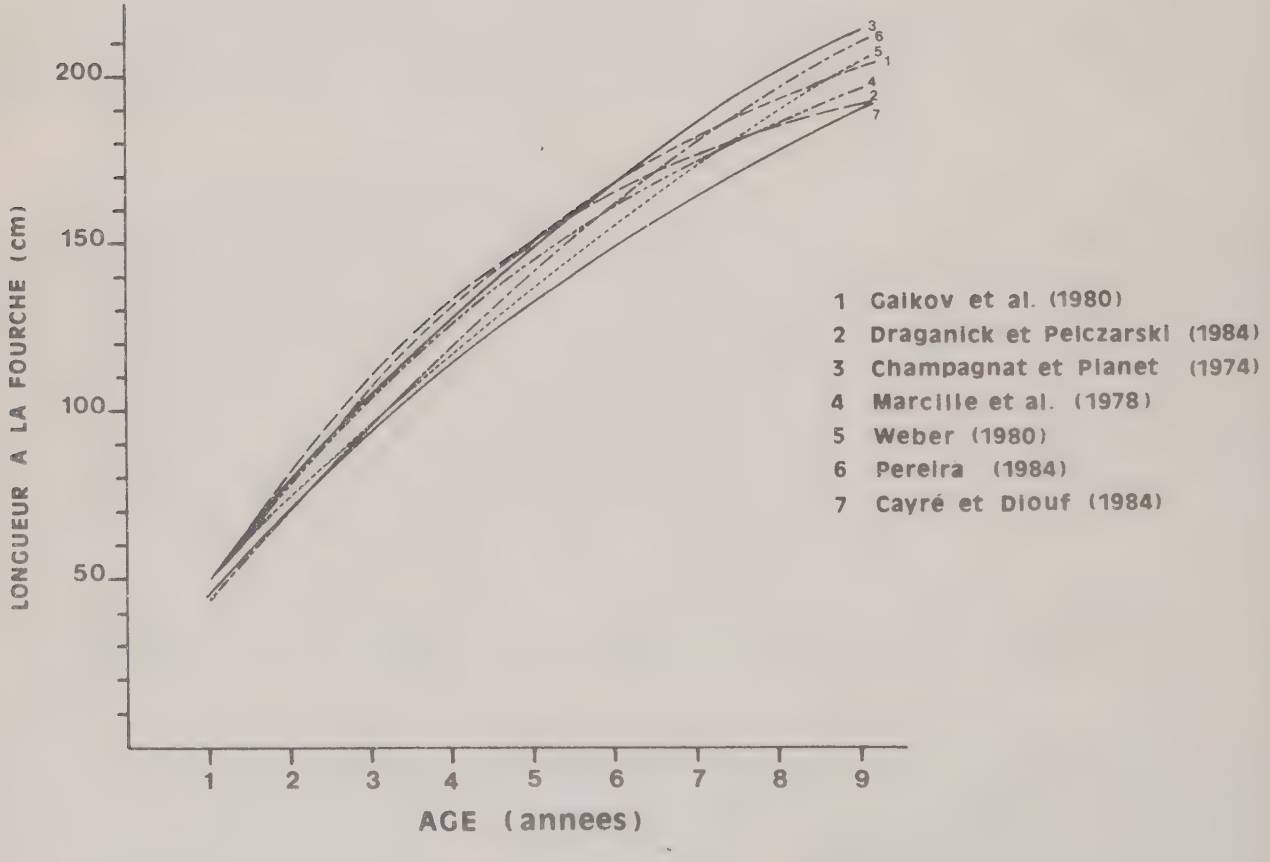


Figure 6.20 Courbes de croissance du patudo de l'Atlantique tropical oriental déterminées par différents auteurs et selon diverses méthodes (voir texte).

plus malgré le nombre relativement restreint de recaptures de poissons marqués, l'analyse de Cayré et Diouf (1984) montre qu'il ne semble pas exister de différence de croissance entre les patudos des régions tropicales nord et sud de l'Atlantique Est.

Longévité et taille maximale

La taille maximale que peut atteindre le patudo se situe entre 2 mètres et 2,5 mètres mais les individus d'une taille supérieure à 180 cm sont très rarement capturés dans les pêcheries ; la longévité maximale de l'espèce, malgré les incertitudes sur la croissance des grands individus, serait de l'ordre d'une quinzaine d'années (tableau 6.5).

Conclusion et table de correspondance âge-taille-poids

Si l'ensemble des méthodes d'étude de la croissance quelqu'en soit à priori la fiabilité, aboutissent à des courbes de croissance voisines (figure 6.20) toutes achoppent sur le problème de la croissance des individus de plus de 150 centimètres de longueur à la fourche. Les raisons de cette limitation de l'efficacité des méthodes d'étude sont liées conjointement ou non, à la méthode elle même (lecture directe), à la mauvaise représentation dans les échantillons des individus de grande taille (méthode de Petersen, marquage), et enfin à la biologie même de l'espèce qui peut introduire une variabilité importante dans la croissance individuelle (variabilité spatiotemporelle de la croissance, migration...) et rendre inopérantes des méthodes par ailleurs éprouvées (filiations modales) ; comme chez l'albacore l'hypothèse d'une croissance différente des mâles et des femelles à partir d'une taille d'environ 140 centimètre semble probable et pourrait également expliquer la difficulté de suivre des filiations modales chez les patudos ayant atteint cette taille.

L'extrapolation des courbes de croissance en dehors de leurs strictes limites d'application, et l'imprécision des diverses méthodes qui ont été utilisées (à l'exclusion du marquage) font qu'aussi bien la croissance des jeunes individus (moins de 40 centimètres) que celle des grands patudos (plus de 150 centimètres) demeurent hypothétiques. La meilleure clé de correspondance entre l'âge, la taille et le poids (tableau 6.10) reste pour l'instant celle dérivée de l'équation de croissance établie à partir des données de marquage (Cayré et Diouf, 1984). Cependant le marquage de gros patudos (LF>100 cm) par une méthode qui reste à trouver et l'utilisation de marqueurs vitaux (tétracycline), préalablement à toute nouvelle tentative de lecture directe de l'âge, semblent à l'heure actuelle les moyens à mettre en oeuvre pour lever les incertitudes qui demeurent dans la connaissance de la croissance du patudo.

6.1.4 Régime et comportement alimentaires de l'albacore, du listao et du patudo

6.1.4.1 Introduction

Si pour les pêcheries de surface, la température de surface de la mer a une influence sur le comportement des thons, la nourriture elle, induit la distribution des thons à l'intérieur d'un intervalle thermique (Blackburn 1965, 1969b; Stretta et al., 1975; Sund et al., 1981; Bard et Stretta, 1981; Stretta et Slepoukha, 1986).

Tableau 6.8 Table de correspondance entre l'âge, la taille (longueur à la fourche) et le poids du listao de l'Atlantique (d'après Cayré, 1985).
- croissance calculée par l'équation de Von Bertalanffy (Bard et Antoine, 1986) avec: k (annuel) = 0,322 L_{∞} = 80,0cm
- poids calculé par la relation taille-poids de Cayré et Laloë (1986).

AGE (en mois)	LONGUEUR FOURCHE (en cm)	POIDS (en kg)
12	38.0	1.029
18	44.2	1.682
24	49.5	2.431
30	54.0	3.226
36	57.9	4.048
42	61.2	4.847
48	64.0	5.606
54	66.3	6.289
60	68.4	6.960

Tableau 6.9 Table de correspondance entre l'âge, la taille (longueur à la fourche: LF) et le poids du patudo de l'Atlantique tropical oriental.
Cette table a été établie d'après les paramètres de la courbe de croissance de Von Bertalanffy calculés par Cayré et Diouf (1984): k (annuel) = 0,1127; L_{∞} =285,37 cm, et moyennant l'adjonction de t_0 = -0,5 an. La relation taille-poids utilisée est celle de Parks et al. (1982), cf § 6.3.

AGE (années)	LONGUEUR FOURCHE (en cm)	POIDS (en kg)
0.5	30.4	0.6
1.0	44.4	0.9
1.5	57.6	4.2
2.0	70.1	7.5
2.5	81.9	11.9
3.0	93.0	17.4
4.0	113.5	31.5
5.0	131.8	49.1
6.0	148.2	69.7
7.0	162.8	92.1
8.0	175.9	116.0

Tableau 6.10 Relation âge-taille du patudo de l'Atlantique calculée selon les paramètres proposés par différents auteurs et déterminés par diverses méthodes. Le domaine de stricte application de ces clés est indiqué par les chiffres marqués d'un astérisque (*).

METHODE	LECTURE DIRECTE		PROGRESSION MODALE				MARQUAGE
AUTEURS	Gaikov et al (1980)	Draganick Pelczarski (1984)	Champagnat et Pianet (1974)	Marcille et al (1978)	Weber (1980)	Pereira (1984)	Cayré et Diouf (1984)
AGE (années)							
1	45.8	45.7	50.2*	48.8*	49.2*	42.8*	44.4*
2	78.8	81.3	78.7*	77.9*	72.4*	70.4*	70.1*
3	106.6	109.5	104.4*	103.0*	95.8*	95.8*	93.0*
4	130.0	132.0	127.6*	124.7*	119.1*	119.1*	113.5*
5	149.6	148.8	148.4	143.3*	140.5*	140.5*	131.8
6	166.2	164.0	167.2	159.4	160.2	160.2	148.2
7	180.1	175.3	184.1	173.2	178.2	178.2	162.8
8	191.7	184.2	199.4	185.2	194.8	194.8	175.9
9	201.6	191.3	213.2	195.5	210.0	210.0	187.6

C'est par l'analyse des contenus stomacaux que l'on étudie essentiellement la nourriture des thons dans la nature. Les études faites en Atlantique tropical oriental et plus particulièrement dans le golfe de Guinée, sont nombreuses, notamment: Postel (1954, 1955, 1955a, 1963), Marchal (1959), Bane (1963), Sund et Richards (1967), Dragovich (1969, 1970), Dragovich et Potthoff (1972), Pereiro et Fernandez (1974), Valle et al., (1979 et 1979a), Borodulina (1982), Gaikov (1983), Zavala- Camin (1986).

6.1.4.2 Méthodes utilisées pour l'étude de la nourriture des thons

Dragovich (1969), dans sa revue bibliographique sur la nourriture des thons de l'Atlantique, résume brièvement les différentes méthodes utilisées pour évaluer leur nourriture à l'aide des contenus stomacaux. Celles-ci sont:

- la méthode numérique. Elle propose de compter les organismes présents dans les estomacs et donne le pourcentage de chaque organisme.
- la méthode du pourcentage de la fréquence d'occurence (Percentage of Frequency-of-Occurence Method). Elle consiste à calculer le pourcentage du nombre de poissons qui ont ingéré la même entité de nourriture en fonction du nombre total de poissons examinés.
- la méthode volumétrique et/ou pondérale. Elle mesure le volume (par déplacement) et/ou mesure le poids de chaque entité ingérée, ou le volume total et/ou le poids total du contenu stomacal de chaque poisson.
- la méthode des "points" qui consiste à utiliser une échelle arbitraire pour mesurer le degré de réplétion d'un estomac.
- la méthode du "nomogramme" décrite par Chur (1973). Pour évaluer le degré de réplétion de l'estomac, on utilise un "nomogramme" de conversion défini à partir du rapport du poids de nourriture ingérée au poids du thon.
- la méthode de l'Index de l'Importance Relative (IRI: Index of Relative Importance) a été développée par Pinkas et al., (1971). Cet index IRI incorpore en un unique indice trois unités habituellement utilisées pour étudier l'importance des proies ingérées: la fréquence d'occurence, le volume ou le poids et le nombre d'individus composant ce volume ou ce poids. Cette méthode a depuis été utilisée dans le Pacifique par Olson (1981) et dans l'Atlantique au large des côtes brésiliennes par Ankenbrandt (1985).
- la méthode dite du "Mean Volumetric Ratio Measurement" (MVRM) décrite par Ankenbrandt (1985) est une variante de la méthode de Pinkas et al., (1971) et permet de minimiser l'importance donnée au nombre de proies dans l'indice de Pinkas.
- la méthode dite de la "Relative Restored Mass" (RRM), décrite par Borodulina (1982). L'indice RRM est obtenu en multipliant le poids moyen du bol alimentaire par le nombre de proies trouvées dans l'estomac.

6.1.4.3 Résultats

6.1.4.3.1 Origine des données

Parmi les ouvrages cités plus haut nous ne retiendrons que ceux de Postel (1955 et 1963), Marchal (1959), Bane (1963), Sund et Richards (1967), Dragovich (1970), Dragovich et Potthoff (1972), Valle et al., (1979 et 1979a), Borodulina (1982), Gaikov (1983) et Zavala-Camin (1986). Nous analyserons les contenus stomacaux des trois principales espèces commerciales du golfe de Guinée: l'albacore, le listao et le patudo.

6.1.4.3.2 Composition qualitative et quantitative de la nourriture des thons

Avant d'aborder l'étude de la composition de la nourriture des thons, la plupart des auteurs analysent les pourcentages de thons pêchés ayant un estomac vide. Ces pourcentages présentent une très forte variabilité qui est fonction probablement des conditions de la pêche et de la collecte des estomacs; d'ailleurs cette notion de vacuité permet à

certains auteurs d' étudier l'heure de la journée ou la période de l'année pendant laquelle le thon se nourrit.

Comme le soulignent Dragovich et Potthoff (1972), des comparaisons qualitatives entre les travaux de différents auteurs sont difficiles en raison de l'identification souvent incomplète des proies ingérées par les thons. Dragovich (1969) dresse la liste des espèces rencontrées dans les estomacs des sept principales espèces de thons de l'Atlantique. Cependant, des comparaisons quantitatives entre ces différentes études reviennent généralement à comparer les principales catégories de nourriture (poissons, crustacés et céphalopodes).

Nous réunissons dans le tableau 6.11 le nombre de formes différentes trouvées dans les estomacs des trois principales espèces de thons pêchés dans le golfe de Guinée (albacore,listao et patudo) et décrites par différents auteurs. Dans sa revue bibliographique sur la nourriture des thons en Atlantique, Dragovich (1969), cite plus de 500 formes différentes identifiées dans les estomacs des sept principales espèces de thons. Sur ces 500 formes identifiées, il trouve que l'alimentation de ces espèces se compose de: 63% de poissons, 21% de crustacés, 14% de mollusques et de 2% de tuniciers. La plupart des poissons ingérés sont des formes adultes, juvéniles et des formes larvaires d'espèces pélagiques. Les crustacés ingérés appartiennent en majorité au macrozooplancton et au micronecton (principalement des crevettes). Les mollusques sont presque tous des céphalopodes. Le reste est représenté par des tuniciers, et parfois même des plumes (Postel, 1955), des bouts de bois (Alverson, 1963) ou des plantules de palétuvier (Marchal, 1959). A partir de la liste des proies ingérées, Marchal (1959) les sépare en plusieurs catégories: les espèces pélagiques de surface, bathypélagiques, réputées benthiques et côtières. Si Beebe (1936) note occasionnellement des espèces de poissons benthiques dans des estomacs d'albacores pêchés aux Bermudes, Marchal (1959) relève que les espèces réputées benthiques qu'il trouve dans les estomacs d'albacore, sont à des stades postlarvaires ou juvéniles en phase pélagique.

Nous regroupons dans le tableau 6.12, les quantités de nourriture ingérées et mesurées par la méthode des volumes pour les trois principales espèces de thons. La variabilité des résultats est le reflet de la période pendant laquelle les thons ont été pêchés et des lieux de pêche. Dans leur étude, Dragovich et Potthoff (1972), analysent les contenus stomacaux de thons pêchés pendant deux campagnes du N/O Undaunted le long des côtes entre le Nigeria et l'Angola, alors que Valle et al., (1979) étudient les contenus stomacaux de thons pêchés à la palangre pendant seize mois dans tout le golfe de Guinée.

Nous ne pouvons pas regrouper dans un tableau les différentes valeurs du pourcentage d'occurence des trois principaux groupes de nourriture trouvés dans les estomacs des thons. Cela provient du fait que la plupart des auteurs présentent des tableaux de pourcentages d'occurence, non pas au niveau des groupes, mais au niveau des familles ou des espèces rencontrées dans les estomacs. Ces types de tableaux sont publiés par Dragovich (1970) pour l'albacore et le listao, et par Valle et al., (1979a) pour le patudo. A titre indicatif nous présentons les pourcentages des fréquences d'occurence publiés par Sund et Richards (1967). Parmi les 171 estomacs d'albacore et les 72 estomacs de listaos analysés, ces auteurs signalent la présence de poissons dans 76% des estomacs d'albacores et dans 73% de ceux de listaos, les crustacés se trouvent dans 53% des estomacs d'albacores et dans 22% de ceux de listaos. Enfin on rencontre des céphalopodes dans 40% des estomacs d'albacore et dans 14% de ceux de listaos.

Quant au volume du contenu stomacal lui-même, Postel (1955), note la remarquable capacité d'ingestion des albacores. Il relève un contenu stomacal de 1.15 kg d' un albacore mâle de 24 kg (soit 4.8% du poids). Dragovich (1970) pense que la capacité maximale de l'estomac d'un albacore ou d'un listao atteint 7% de son poids.En ce qui concerne le listao,

Tableau 6.11 Nombre de formes (genre ou espèce) identifiées dans les contenus stomacaux d'albacore, de listao et de patudo en Atlantique tropical oriental et dans le Pacifique tropical oriental par différents auteurs.

	ALBACORE			LISTAO			PATUDO		
	P	C	M	P	C	M	P	C	M
OCEAN ATLANTIQUE									
Postel 1955a	45	15	12	-	-	-	-	-	-
Postel 1963	-	-	-	9	6	1	-	-	-
Marchal 1959	31	6	-	-	-	-	-	-	-
Sund & Richards 1967(1)	17	10	9	6	2	1	-	-	-
Sund & Richards 1967(2)	12	6	4	3	1	2	-	-	-
Dragovich 1969	129	43	29	58	20	13	21	9	9
Dragovich 1970	75	39	17	39	33	17	-	-	-
Dragovich & Potthoff 1972(3)	69	27	18	61	35	9	-	-	-
Dragovich & Potthoff 1972(4)	20	10	6	55	11	11	-	-	-
Valle et al. 1979	60	15	6	-	-	-	-	-	-
Valle et al. 1979b	-	-	-	-	-	-	29	10	3
OCEAN PACIFIQUE									
Alverson 1963	83	36	25	33	30	13	-	-	-

LEGENDE :
P = Poissons C = Crustacés M = Mollusques
(1) = Campagne du "GERONIMO" janvier-mai 1964
(2) = Campagne du "GERONIMO" juillet-octobre 1964
(3) = Campagne de l'"UNDAUNTED" février-avril 1968
(4) = Campagne de l'"UNDAUNTED" septembre-novembre 1968

Tableau 6.12 Volumes des principaux groupes de nourriture rencontrés dans les contenus stomacaux (exprimés en pourcentage du volume total) d'albacore, de listao et de patudo en Atlantique tropical oriental, dans le Pacifique tropical oriental et dans l'océan Indien par différents auteurs.

	ALBACORE			LISTAO			PATUDO		
	P	C	M	P	C	M	P	C	M
OCEAN ATLANTIQUE									
Sund & Richards 1967(1)	55	8	19	96	2	1	-	-	-
Dragovich 1970	68*	20*	10*	32*	50*	15*	-	-	-
Dragovich & Potthoff 1972(2)	63*	14*	22*	80*	6*	11*	-	-	-
Dragovich & Potthoff 1972(3)	44*	9*	46*	58*	25*	16*	-	-	-
Valle et al. 1979	72.8	2.5	20.6	-	-	-	-	-	-
Valle et al. 1979b	-	-	-	-	-	-	65.3	2.3	32
OCEAN PACIFIQUE									
Alverson 1963	47	45	8	37	59	3	-	-	-
Waldron & King 1963(4)	46.7	24.8	27.9	74.6	3.7	19.9	62.3	1.7	35.9
OCEAN INDIEN									
Thomas & Kumaran 1963(5)	72	26.3	-				-	-	-
Kornilova 1981(6)	58.0	14.3	27.6				56.3	10.3	33.3

LEGENDE :
P = Poisson C = Crustacés M = Mollusques
* Valeurs calculées d'après une figure de l'article considéré.
(1) = Campagne du "GERONIMO" janvier-mai et juillet-octobre 1964
(2) = Campagne de l'"UNDAUNTED" février-avril 1968
(3) = Campagne de l'"UNDAUNTED" septembre-novembre 1968
(4) = Listaos pêchés dans le Pacifique central (résultats de divers auteurs)
(5) = Pourcentages exprimées en fonction du poids du contenu stomacal.

Dragovich (1970) estime que ce poisson est capable d'ingérer jusqu'à 15% de son poids par jour. Ces valeurs sont à rapprocher de celles trouvées par Kitchell et al., (1978) à partir d'études menées sur des listaos en captivité; les valeurs obtenues expérimentalement vont de 10% à 19% en fonction de l'activité du listao. En partant du principe que 1.0 ml de contenu stomacal équivaut à 1.0 g de nourriture ingérée, Dragovich (1970) ainsi que Dragovich et Potthoff (1972), trouvent que le volume total du contenu stomacal des albacores et des listaos est dans presque tous les cas inférieur à 1% du poids du poisson. Ces faibles volumes de contenus stomacaux peuvent être dûs aux longues périodes entre deux prises de nourriture, à la rareté de la nourriture et/ou au fait que la plupart des organismes ingérés sont de petits organismes du macrozooplancton. Ces deux auteurs associent la faiblesse des volumes des contenus stomacaux à une digestion rapide voire même très rapide. Cette rapidité de digestion a été démontrée depuis par Kitchell et al., (1978).

6.1.4.3.3 Comportement alimentaire

L'albacore, le listao, le patudo ainsi que les thons en général, n'ont pas de nourriture préférentielle. Cette remarque est valable à l'echelle de l'espèce. Mais dans une zone donnée, il y a malgré tout un certain choix comme en témoigne les variations du pourcentage des trois groupes de proies ingérées (poissons, crustacés et mollusques) pour des poissons de tailles différentes. Les thons se nourrissent de poissons, de crustacés et mollusques pélagiques et épipélagiques y compris les formes larvaires et juvéniles de ces groupes ainsi que les formes larvaires et juvéniles de thonidés. On pourrait les qualifier de "mangeurs opportunistes", se nourrissant de tout animal qui bouge et qu'ils peuvent voir. La vision joue un rôle important, Murphy (1959) relève l'incapacité du germon à capturer des proies dans des eaux côtières turbides. Magnuson (1963) note que le germon (ainsi d'ailleurs que tous les thons) est un prédateurs qui chasse à vue. On peut, cependant comme Sund et al., (1981) se poser la question de savoir comment les thons se prennent aux appâts morts accrochés sur les hameçons des longues lignes à des profondeurs supérieures à 300 mètres où la lumière est particulièrement faible.

6.1.4.3.4 Variation géographique dans le comportement alimentaire

Bane (1963) s'appuyant sur ses propres observations et sur celles de Marchal (1959) met l'accent sur le fait que dans le golfe de Guinée, les albacores qui vivent près de la côte se nourriraient principalement de poissons vivants en banc (anchois, sardinelles), tandis que les albacores qui vivent autour des îles se nourriraient principalement de balistes, de monocanthidés et d'invertébrés. Les albacores du large se nourriraient de céphalopodes et d'organismes pélagiques.

6.1.4.3.5 Alimentation des thons et zones productives

Dragovich (1969) souligne le fait que dans l'Atlantique, en dehors des travaux des soviétiques (cités par Dragovich, 1969), très peu d'études portent sur la relation entre la nourriture des thons et les zones de productivité. Plusieurs auteurs tentent de lier la distribution des thons à celle de sa nourriture: Blackburn (1968), Legand et al., (1972), Roger et Grandperrin (1976) dans le Pacifique et Beardsley (1969), Dufour et Stretta (1973), Herbland et Stretta (1973) en Atlantique. Ces derniers, signalent que: "la liaison entre micronecton et thon demeure conjecturale en raison de l'inaptitude des filets à capturer les proies des thons, de la diversité du régime alimentaire et de la non simultanéité des études micronecton - contenus stomacaux."

Dragovich (1970) est le seul auteur à aborder le problème de la chaine alimentaire qui aboutit aux thons en analysant les contenus stomacaux des poissons ingérés par des albacores et des listaos. Les résultats de cette étude confirment la dépendance des organismes proies envers le

macrozooplancton. Les copépodes dominent dans le bol alimentaire des poissons ingérés. Dufour et Stretta (1973), notent que le zooplancton et le micronecton sont abondants au sein de structures thermiques de types frontales où les thons se concentrent.

6.1.4.3.6 Variation saisonnière de la nourriture

Sund et Richards (1967) remarquent une différence dans la présence de quelques organismes dans les estomacs d'albacore et de listao entre des croisières effectuées en saison chaude et saison froide par le "Geronimo". Des deux croisières du N/O Undaunted effectuées également en saison chaude et en saison froide, Dragovich et Potthoff (1972) obtiennent des résultats comparables. Si ces quatre auteurs relèvent des différences dans l'absolu pour la nourriture des thons en saisons froide et chaude, il n'en est pas de même si l'on examine les familles des taxons ingérés. Sund et Richards (1967) découvrent des dactyloptéridae dans les estomacs en saisons chaude et froide alors que Dragovich et Potthoff (1972) ne trouvent cette famille qu'en saison chaude. Certaines espèces de crustacés (Phronima sedentaria, Phrosima semilunata, Euphausia sp.) n'apparaissent selon Sund et Richards (1967) qu'en saison chaude alors que Dragovich et Potthoff (1972) les observent pendant les deux saisons. Pour l'albacore et le listao, il faudrait davantage de récoltes pour que des analyses sur la présence de certaines proies en fonction des saisons hydrologiques du golfe de Guinée soient significatives.

L'importante source de données réunie par Gaikov (1983) lui a permis de cerner les grandes lignes des variations saisonnières de l'alimentation du patudo dans le golfe de Guinée. Selon cet auteur, le taux de réplétion des estomacs est maximal d'avril à août et en octobre-novembre et décroit en septembre.

6.1.4.3.7 Nourriture en fonction de l'heure de la journée

La variation diurne de la prise de nourriture du listao observée par Dragovich (1970) est identique à celle observée par d'autres auteurs dans le Pacifique (Waldron, 1963; Nakamura, 1965); le listao se nourrit activement le matin et avant le coucher du soleil et pas la nuit. Dragovich (1970) analyse à l'aide d'un test statistique (pour des listaos uniquement pêchés dans le golfe de Guinée), la moyenne du volume du contenu stomacal en fonction de l'heure de la journée. Le pourcentage d'estomacs vides est le plus élevé et le volume moyen du bol alimentaire est le plus faible près de midi.

Pour l'albacore, Bane (1963) estime que cette espèce se nourrit principalement tôt le matin (avant 10 heures) et tard dans l'après midi (après 16 heures) mais quelle est toutefois capable de se nourrir à n'importe quelle heure de la journée. Talbot et Penrith (1963), notent également qu'au large de l'Afrique du Sud, l'albacore ainsi que le patudo se nourrissent principalement tôt le matin, puis l'activité alimentaire se ralentit pendant la journée pour croître en fin de journée. Selon ces deux auteurs, l'albacore ne se nourrit pas la nuit alors que le patudo serait capable de le faire. Pour le patudo capturé à la palangre dans le golfe de Guinée, Fedoseev et Chur (1979), à partir de 162 thons étudiés, trouvent que le patudo présente un indice de réplétion élevé entre 14 et 15 heures ainsi qu'entre 17 et 18 heures.

6.1.4.3.8 Nourriture en relation avec l'espèce et la taille des thons

Dragovich (1970) se livre à des comparaisons entre la nourriture des albacores et des listaos. Il note une nette similitude dans les régimes alimentaires de ces deux espèces dans l'Atlantique pris dans son ensemble. Dans le golfe de Guinée, il relève que sur 38 familles de poissons trouvées dans des estomacs d'albacore et 21 pour le listao, 20 familles de poissons sont communes aux deux. En examinant le tableau 6.11, on remarque le plus

grand nombre de formes identifiées dans les estomacs d'albacore par rapport à ceux de listao. Cette plus grande diversité dans l'alimentation de l'albacore est sans doute à relier au fait que cette espèce atteint des tailles supérieures à celles du listao. Cependant, en analysant les contenus stomacaux d'albacores et de listaos pêchés simultanément, moins de la moitié des taxons est commune aux deux espèces: la prise de nourriture pour les deux espèces serait sélective. Dragovich et Potthoff (1972), testent par un X2 l'homogénéité du rapport du volume des poissons ingérés au volume total de nourriture par des albacores et des listaos pêchés dans un même banc. La différence entre les deux espèces n'est significative que pour seulement une des deux campagnes du N/O Undaunted. Zharov et al. (1964) (article non consulté mais cité par Dragovich, 1969), observent des différences chez l'albacore et le listao; le premier se nourrirait d'une grande variété d'organismes allant du macrozooplancton aux poissons, alors que le second consommerait des poissons juvéniles, des sardines, des seiches et des petits crustacés. Le nombre de crustacés ingérés par les listaos est relativement plus important que chez d'autres thons comme l'albacore (Cayré, 1984).

Bane (1963) trouve que le volume du bol alimentaire de l'albacore croit proportionnellement avec sa taille. Cependant il note que les estomacs des petits albacores contiennent par rapport au poids du corps plus de nourriture que ceux des gros albacores.

Dragovich et Potthoff (1972), étudient pour différentes classes de taille d'albacore et de listao les volumes des contenus stomacaux et la fréquence de présence des trois principaux groupes ingérés par les thons. De cette étude il ressort que le pourcentage du volume et la fréquence d'occurence des poissons ingérés croissent avec la taille des thons; Cayré (1984) ajoute que cela proviendrait à la fois des meilleures performances natatoires des listaos plus agés et de l'agrandissement de leur peigne branchial qui retiendrait moins les proies de petites tailles telles que les crustacés. En conclusion, Dragovich et Potthoff (1972) estiment qu'il y a dans l'ensemble très peu de différence dans la nourriture trouvée dans les estomacs en fonction du poids du corps des deux espèces.

6.1.4.3.8 Cannibalisme

A partir des contenus stomacaux d'albacores pêchés dans le golfe de Guinée par des senneurs ivoiriens de décembre 1981 à mars 1982, Zavala-Camin (1986) se livre à l'étude du cannibalisme chez les thons. Pour les listaos en tant que proie, il n'ont été rencontrés que dans 6 estomacs d'albacore sur 218 examinés. A partir de listaos pêchés par la flottille des canneurs de Tema, cet auteur ne rencontre aucun listao parmi les 145 listaos qu'il a examiné. S'appuyant sur une revue bibliographique, Zavala-Camin (1986), calcule les pourcentages de listaos rencontrés dans les contenus stomacaux de prédateurs (thonidés et poissons porte-épées). Si l'on extrait de cette analyse bibliographique les informations concernant les listaos trouvés dans les estomacs de thonidés, on trouve que pour les listaos, le taux de cannibalisme est très faible: sur 6226 estomacs de listaos analysés par neuf auteurs en Atlantique, dans le Pacifique et dans l'océan Indien, seulement 17 estomacs contiennent des listaos, soit un taux de cannibalisme de 0.26%. Pour les autres thonidés, 7.8% des estomacs d'albacores pêchés dans les trois océans contiennent des listaos; pour le patudo, ce taux s'élève à 5.2%. Dans cette analyse, il ressort que les principaux prédateurs des listaos sont plutôt les poissons porte-épées (Istiophorus platypterus, Makaira nigricans, Makaira indica, Tetrapterus audax et Tetrapturus albidus).

6.1.4.3.9 Autres types d'analyses faites dans les océans Atlantique, Indien et Pacifique

Dragovich (1969) cite les auteurs utilisant les thons comme collecteurs d'organismes marins; dans cet ordre d'idée, les travaux de

Bouxin et Legendre (1936) pour la description de la faune pélagique du golfe de Gascogne sont les plus remarquables.

- Variation de la nourriture en fonction de la distance à la côte. Waldron et King (1963) en analysant les contenus stomacaux de listaos de la côte (des îles du Pacifique central) à 200 milles et plus au large, trouvent que les contenus stomacaux croissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte jusqu'à une distance de 50 milles. Au delà de cette distance, les variations sont irrégulières.

- Variation de la nourriture en fonction de la profondeur. Ces analyses sont surtout faites dans le Pacifique (Legand et al., 1972) et dans l'océan Indien (Kornilova, 1981).

- Blackburn et Laurs (1962), présentent pour le Pacifique tropical oriental des cartes de la répartition diurne et nocturne des proies du listao en s'appuyant d'une part sur les travaux de Alverson (1963), Nakamura (1965) et de Waldron et King (1963) concernant la nourriture des thons et sur les campagnes "EASTROPAC" au cours desquelles les organismes proies sont prélevés avec un filet entre 200 mètres et la surface.

6.1.4.3.10 Problèmes posés par l'alimentation des thons

Dans l'introduction, nous annoncions que la distribution des thons est déterminée par la présence de nourriture au sein d'un intervalle de température. Comme le soulignent Kitchell et al., (1978): "il peut sembler paradoxal que la nourriture puisse manquer alors qu'elle est un facteur limitant la croissance des thons étant donné qu'ils vivent dans ce qui est surement l'endroit le plus pauvre fréquenté par des poissons: la zone épipélagique des mers tropicales".

Ce paradoxe ne s'arrête pas là, car Roger et Grandperrin (1976) trouvent que les thons ne se nourrissent que de jour sur des proies épipélagiques et qu'ils se nourrissent très rarement des poissons du micronecton qui migrent verticalement la nuit; ces poissons constituent la majeure partie de la D.S.L. (Deep Scattering Layer)). De plus les poissons proies des thons ne se nourrissent également que le jour sur des euphausiacés (Stylocheiron) qui ne migrent pas. Ces deux auteurs constatent donc que tous les maillons de la chaine alimentaire habitent la couche 0-450 m le jour et se nourrissent le jour. Selon ces auteurs, cela implique que l'ichthyofaune épipélagique n'a pas la possibilité à travers la chaine alimentaire de bénéficier de la biomasse considérable des espèces migrantes. Cette analyse doit à notre sens être modérée car le thon est un prédateur opportuniste qui chasse à vue et dont le spectre alimentaire est très vaste. Ceci lui permet de se nourrir sur ce qui lui est le plus accessible à l'endroit où il se trouve (Blackburn, 1968 et Valle et al., 1979) et de se nourrir d'espèces capables elles-mêmes de se nourrir de nuit sur les espèces migrantes. D'ailleurs selon Roger et Grandperrin (1976), les thons, par l'intermédiaire des céphalopodesqui entrent pour une bonne part dans leur ration alimentaire, bénéficient un peu de cette faune migratrice. Les céphalopodes ont également une activité alimentaire nocturne.

A la situation paradoxale énoncée par Kitchell et al., (1978) et Roger et Grandperrin (1976), nous soulignerons comme Sund et al., (1981), qu'il est vital pour les thons de se déplacer vers des zones relativement riches dans lesquelles ils pourront se regrouper sur des concentrations de nourriture qu'ils trouveront en des endroits où la température leur sera favorable.

6.1.4.4 Conclusions

L'albacore, le listao et le patudo ont une nourriture très variée: ce sont des prédateurs actifs qui chassent à vue dans la zone épipélagique de

l'océan, tôt le matin et en fin d'après midi avec pour le patudo une possibilité de se nourrir la nuit. Si, globalement, les thons ont tous une nourriture assez semblable, il semblerait qu'au sein d'un même banc, l'albacore et le listao ne consommeraient pas toujours les mêmes proies, mais auraient cependant une préférence pour les poissons dès qu'ils seraient capable de les capturer.

Les variations qualitatives de la nourriture en fonction de l'hydro-climat sont attendues en raison du comportement alimentaire opportuniste des thons; en revanche, l'absence d'étude des variations quantitatives de la nourriture de l'albacore et du listao en fonction de la saison ne permet pas d'avoir une vue d'ensemble de la biologie de ces deux espèces en liaison avec la reproduction et la migration. Cependant, les travaux de Kitchell et al. (1978), montrent que la disponibilité de la nourriture est un facteur limitant la croissance des juvéniles d'albacore et de listao, tandis que pour les poissons adultes le facteur limitant est leur capacité à consommer et à assimiler la nourriture disponible.

Kitchell et al. (1978), s'appuyant sur les travaux de Reid (1962) dans le Pacifique central, évaluent à 2.5 ppb la quantité d'organismes proies dans la mer. Malgré cette nourriture théoriquement très diluée, les thons peuvent survivre; ce qui témoigne premièrement de la forte répartition en tache de la nourriture et deuxièmement de la remarquable capacité des thons à localiser et à "moissonner" ces aggrégâts d'organismes proies.

6.1.5. Les thons et la thermorégulation

6.1.5.1. Introduction

Ce sont essentiellement des chercheurs américains qui se sont intéressés au phénomène très exceptionnel dans le monde des poissons d'une certaine forme de conservation de la chaleur interne que l'on rencontre chez les thons et quelques requins (Lamnidae). Bien que ce phénomène n'ait pas fait l'objet de recherches ou d'expérimentations conduites sur les thons de la zone d'étude, il est tout à fait justifié de rappeler ici l'état des connaissances acquises en ce domaine et de faire la synthèse des hypothèses et faits réels sur ce sujet caractéristique des thons quelque soit la zone géographique concernée.

Depuis la plus haute antiquité on retrouve des observations selon lesquelles la chair de thons récemment capturés semble plus chaude que l'eau dans laquelle ces poissons ont été pêchés. La première personne à décrire précisément ce phénomène est le physicien anglais Davy qui relate avoir mesuré des écarts d'environ 10°C entre la température de l'eau de mer et celle de la chair de certains thons (Davy, 1835). Ce n'est qu'en 1923 que le biologiste japonais Kishinouye a mis en relation cette faculté des thons à maintenir une chaleur interne supérieure à celle de leur environnement avec la présence chez ces espèces d'un système circulatoire très particulier qu'il qualifie de "système vasculaire échangeur de chaleur par circulation à contrecourant" (ou rete mirabile). Cette faculté de conserver la chaleur produite par le métabolisme , et la présence de ce système vasculaire très particulier, sont propres aux thons et à certains requins, et uniques dans le monde des poissons. Dans la famille des Scombridae ce système échangeur de chaleur permet de distinguer l'ensemble des 13 espèces de thons (groupe des thunnini) de toutes les autres espèces de cette famille (Kishinouye, 1923 ; Gibbs and Collette, 1967 ; Collette, 1978).

Le principe de ce système peut être schématisé de la manière suivante: le sang, chauffé par l'activité métabolique est dirigé par les veines vers les branchies pour y être réoxygéné; le sang veineux chaud va donner une partie de sa chaleur au sang bien oxygéné mais plus froid qui vient des branchies et se dirige dans les artères vers les muscles; cet échange de

chaleur peut se faire grâce à l'existence d'un écheveau de vaisseaux capillaires, très fins et très rapprochés dans lequel les capillaires veineux, qui transportent le sang "chaud", croisent en un réseau compliqué les capillaires artériels qui amènent le sang "frais" ; l'écoulement du sang dans ces deux types de capillaires est ralenti par la complexité même du réseau. Comme la circulation dans les deux réseaux, artériel et veineux, se fait en sens inverse, il y a échange de chaleur entre le sang veineux "chaud" et le sang artériel "froid".

Après Kishinouye ce n'est que dans les années soixante et soixante dix que plusieurs auteurs ont pu réellement mesurer avec précision sur des thons récemment capturés, ou observés directement en mer au moyen de marquages acoustiques, les écarts de température entre l'eau et le sang de diverses espèces de thons, et à analyser précisément le système circulatoire de ces espèces (Barrett and Hester, 1964; Carey and Teal, 1966; Carey et al., 1971; Stevens and Fry, 1971; Stevens et al., 1974). Par ailleurs de nombreux travaux se sont attachés à préciser les mécanismes intimes permettant la conservation de chaleur en relation avec le métabolisme des thons, et d'en analyser les conséquences sur le comportement et la répartition des espèces (Neill et al., 1972; Neill and Stevens, 1974; Dizon et al., 1974; Graham, 1973, 1975; Neill et al., 1976; Dizon et al., 1976, 1977, 1978; Barkley et al., 1978; Brill, 1978; Brill et al., 1978; Graham and Diener, 1978; Sharp and Vlymen, 1978; Stevens and Carey, 1981).

Dans ce chapitre nous nous attacherons à souligner les différences qui existent dans les divers systèmes circulatoires échangeurs de chaleur et permettent de distinguer trois groupes d'espèces chez les thons ; nous énumérerons ensuite les avantages ou les contraintes que le système échangeur de chaleur semble impliquer, avant d'évoquer comment il peut jouer sur le comportement et la répartition des espèces.

6.1.5.2. Description du système vasculaire échangeur de chaleur

Ce système, dont la description générale est donnée en introduction peut se trouver en trois endroits différents du corps ce qui conduit à distinguer 3 types d'échangeurs de chaleur :

- Un système échangeur de chaleur latéral ou SEL (figure 6.21), composé d'un ou deux rete mirabile, localisés sur chaque côté du corps et dans chacun desquels des capillaires artériels et veineux issus d'une artère cutanée et d'une veine cutanée, s'entrecroisent. L'anatomie de l'ensemble du système (origine des artères cutanées, raccordement des veines cutanées, association des capillaires...) et l'importance de son développement permettent de distinguer et de classifier (phyllogénie) les différentes espèces de thons (figure 6.21).

- Un système échangeur de chaleur central ou SEC situé sous la colonne vertébrale dans l'arc hémal (figure 6.21) et dont le rete mirabile est formé par l'association de capillaires veineux reliés à la veine cardinale postérieure et de capillaires artériels issus de l'aorte dorsale. L'importance et l'agencement du rete mirabile, l'association plus ou moins étroite de l'aorte dorsale et de la veine cardinale postérieure, et la position plus ou moins proche du SEC de la face ventrale des vertébres dans l'arc hémal, ainsi que tout simplement la présence ou l'absence de l'ensemble de ce système échangeur de chaleur central, sont également des éléments caractéristiques des différentes espèces de thons.

- Un système échangeur de chaleur viscéral (SEV) situé sur la face ventrale du foie et composé de plusieurs retia mirabilia, ou cônes vasculaires (1 à 5 cônes par lobe du foie), associant les vaisseaux sanguins qui courent sur les faces ventrales des lobes du foie aux faces dorsales de chacun de ces lobes. La présence ou l'absence de ce système permet aussi de répartir les thons en deux groupes distincts.

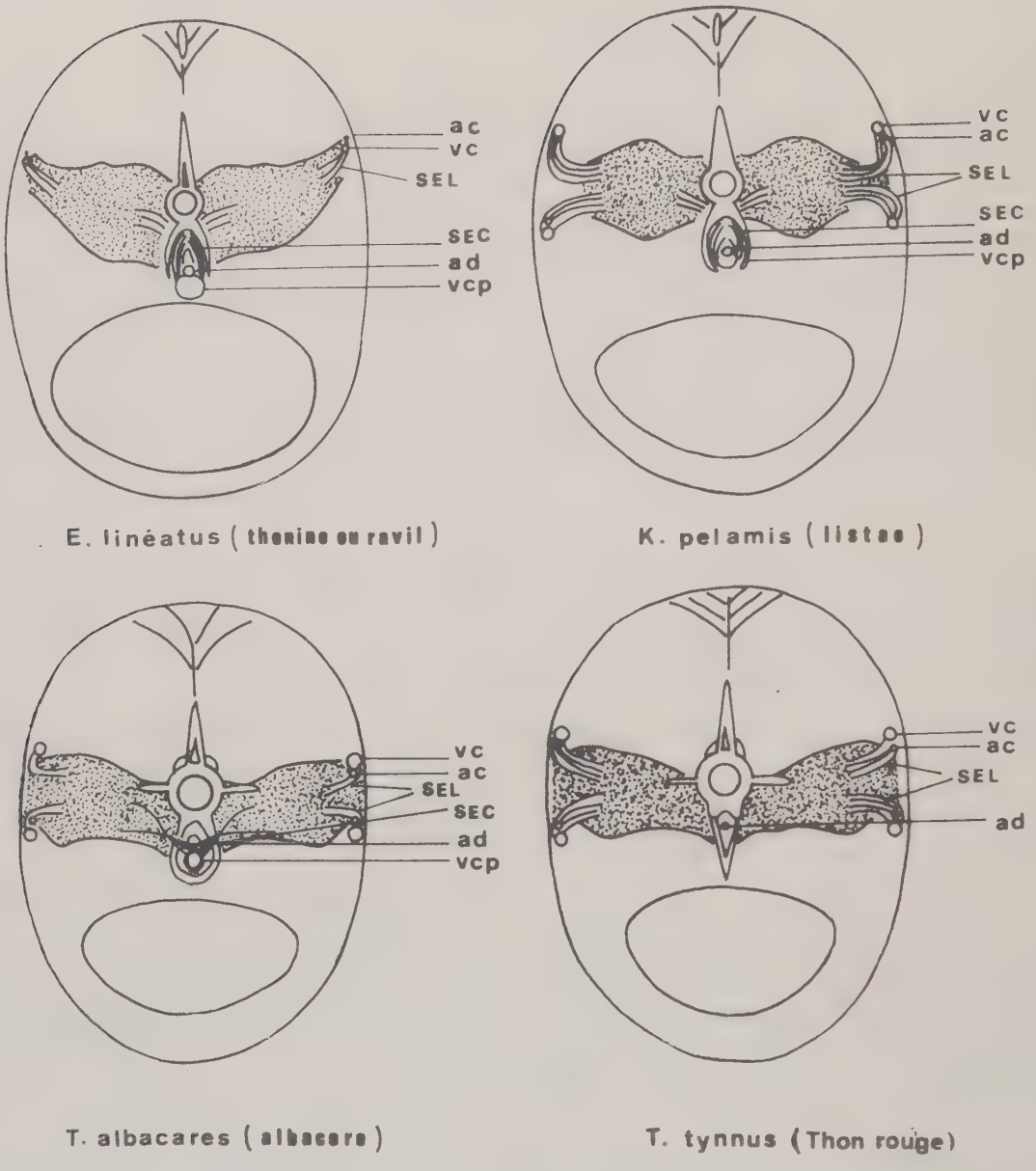


Figure 6.21 Coupes transversales dans la partie médiane du corps de quatre espèces de thons et positions des échangeurs de chaleur latéraux (SEL) et centraux (SEC). L'emplacement des muscles rouges est indiqué par les zones pointillées (d'après Graham, 1975).

ad = aorte dorsale
vc = veines cutanées
vcp = veine cardinale postérieure
ac = artères cutanées

6.1.5.3. Classification des thons basée sur le système échangeur de chaleur

La présence d'un système échangeur de chaleur latéral (SEL) est caractéristique de toutes les espèces de thons (Thunnini). Le développement plus ou moins important de ce système permet de classer phylogénétiquement les différentes espèces de thons (figure 6.21). Le genre le plus primitif est Auxis qui n'a qu'une paire d'artères cutanées; chez les autres espèces, le SEL et la vascularisation cutanée sont de plus en plus développés quand on passe du listao, Katsuwonus (2 paires d'artères cutanées), puis successivement aux différentes espèces du genre Thunnus à savoir l'albacore (T. albacares), le patudo (T. obesus) et le thon rouge (T. Thynnus). Ce développement du SEL semble aller de pair avec une réduction de l'importance du système échangeur de chaleur central (Sharp et Pirages, 1978). Celui-ci est pratiquement absent chez le patudo et inexistant chez le thon rouge, espèce chez laquelle il n'y a pas de veine cardinale postérieure.

La présence ou l'absence d'un système échangeur de chaleur central a permis de distinguer 2 groupes de thons(Gibbs and Collette, 1967) :
- Un groupe à affinités tempérées, ou groupe thon rouge T. thynnus, T. alalunga) qui n'a pas de SEC,
- Un groupe à affinités tropicales, ou groupe albacore (Auxis, Euthynnus, Katsuwonus, T. albacares).

Le patudo (T. obesus) serait intermédiaire à ces deux groupes en raison du développement pratiquement nul de son SEC et de la présence, comme chez le thon rouge, d'un système échangeur de chaleur viscéral (SEV).

A l'intérieur du groupe albacore le développement du SEC, ainsi que la disposition et l'importance des muscles rouges permettent de distinguer les espèces côtières peu migratrices, auxide et thonine (Auxis, Euthynnus), des espèces hautement migratrices à vaste aire de répartition comme l'albacore (T. albacares) et le listao (K. pelamis) ; la disposition des muscles rouges de l'albacore (en contact avec la surface du corps) permet de dire qu'à taille égale l'albacore est une espèce plus tropicale et moins cosmopolite que le listao (Sharp et Pirages, 1978).

6.1.5.4. Avantages et mécanismes de la thermorégulation chez les thons

En général chez l'ensemble des poissons toute la chaleur produite par le fonctionnement du métabolisme et véhiculée par le sang, est dissipée au niveau des branchies. Chez les thons la chaleur métabolique est plus ou moins conservée, ou pour le moins dissipée avec un certain retard, grâce au système échangeur de chaleur; ceci se matérialise par un excès de chaleur des muscles des thons par rapport à leur environnement. Cet excès de chaleur quand il est mesuré au moment de la capture, peut aller jusqu'à 21°5C chez le thon rouge (Carey et al., 1971), jusqu'à 21°C chez le patudo (Konagaya et al., 1969), 7°C chez l'albacore et 11°7C chez le listao (Barrett and Hester, 1964; Stevens and Fry, 1971).

6.1.5.4.1. Avantages liés à la conservation de la chaleur

La quantité de chaleur métabolique produite est fonction de l'intensité du travail musculaire. On a pu calculer que 80 % de l'énergie dépensée par un listao est transformée en chaleur; seuls les 20 % restant servent réellement à la propulsion de l'animal (Webb, 1975). En conséquence, plus un thon va nager vite, plus il va produire de chaleur. Cette observation a conduit de nombreux auteurs à faire l'hypothèse que le principal intérêt pour les thons de conserver la chaleur était de faciliter le travail musculaire et d'assurer une vitesse de nage soutenue maximale (Carey et al., 1971).

D'autres avantages directement liés au maintien d'une température relativement chaude ou à l'inertie thermique qu'engendrent les systèmes échangeurs de chaleur ont été avancés:

- permettre une souplesse certaine sur le contrôle d'un métabolisme élevé tel que celui des thons (Hochachka et al., 1978).
- faciliter la diffusion de l'oxygène de la myoglobine vers les mitochondries des cellules musculaires qui travaillent (Stevens and Carey, 1981)
- permettre une certaine indépendance vis-à-vis des variations extérieures de la température et par là faciliter les déplacements dans des milieux aux caractéristiques contrastées (Graham, 1975)
- augmenter la rapidité de digestion en maintenant une température assez élevée des viscères (Magnuson, 1969).

6.1.5.4.2. La thermorégulation chez les thons

Les différents avantages potentiels d'une température interne élevée et leur importance relative restent cependant encore largement des hypothèses à démontrer. En effet, la principale question qui reste encore à élucider est en fait directement liée au fonctionnement et au rôle du système échangeur de chaleur notamment chez les thons tropicaux qui évoluent dans des eaux dont la température est relativement élevée (supérieure à 20°C).

Nous avons vu schématiquement que le rôle principal et apparemment unique du système échangeur de chaleur est de conserver à l'intérieur du corps une partie de la chaleur produite par l'activité métabolique (muscles), ce qui, à partir d'un certain niveau d'activité, peut conduire à ce que la température interne soit supérieure à la température externe de l'environnement. La température interne des thons semble ainsi conditionnée par le niveau d'activité de l'individu et par la température de son environnement. Dans ces conditions de conservation permanente de la chaleur métabolique, la température interne des thons devrait, en cas d'intense activité soutenue pendant une longue période (cas fréquent chez les thons), atteindre des valeurs fatales pour les individus. On comprend alors la nécessité absolue que cette élévation de température interne puisse être contrôlée, notamment lors d'évolutions en eaux chaudes, par un mécanisme quelconque afin qu'elle ne s'élève pas au delà d'un certain seuil; c'est ce mécanisme de contrôle que l'on désigne par le terme "thermorégulation", et qu'il semble logique d'invoquer chez les thons. Cette thermorégulation semble réalisée de deux manières différentes par les thons : par modification du comportement et/ou modifications physiologiques internes.

- Thermorégulation par comportement

Si l'on s'en tient au seul rôle du système échangeur de chaleur évoqué jusqu'à présent (conservation d'une partie de la chaleur métabolique), plusieurs mécanismes de thermorégulation peuvent être invoqués conjointement ou non ; nous les regroupons ci-dessous sous le terme "thermorégulation par comportement" car tous font intervenir un mouvement ou une activité volontaire des individus.

Ces mécanismes sont :

- des déplacements verticaux du poisson, qui le font passer alternativement des eaux chaudes de surface aux eaux plus froides des couches d'eaux profondes. De tels mouvements ont été clairement mis en évidence par des expériences de marquages acoustiques conduites entre autres sur les trois espèces, albacore, listao et patudo (Yuen, 1970; Dizon et al., 1978; Carey and Olson, 1982; Levenez, 1982; Yonemori, 1982; Cayré et al., 1986)
- modification de la vitesse : ralentissement de nage pour diminuer la quantité de chaleur produite ou accélération de la nage pour accroitre la quantité de chaleur dissipée à l'extérieur.
- augmentation de la surface du corps par laquelle une grande partie de la chaleur peut être dissipée à l'extérieur (Brill, et al., 1978), notamment

par le déploiement des nageoires dorsales ou par tout autre moyen qui peut accroitre la turbulence de l'eau autour du corps.

Cependant aucune de ces tactiques de thermorégulation ne semble en elle-même réellement suffisante pour dissiper les fortes quantités de chaleur produites à de hauts niveaux d'activité notamment dans des eaux tropicales (Dizon et al., 1978; Sharp and Vlymen, 1978). Par ailleurs, certaines de ces tactiques semblent peu conciliables avec la biologie des thons qui, grands pélagiques migrateurs, sont toujours à la recherche d'un maximum d'efficacité de leur nage.

Partant de l'observation selon laquelle le problème de dissipation de la chaleur se pose surtout pour les espèces qui fréquentent habituellement les eaux tropicales (Auxide, thonine, albacore, listao), et que ce n'est que chez ces espèces que l'on observe la présence d'un système échangeur de chaleur central, Sharp et Vlymen (1979) ont été amenés à postuler l'idée selon laquelle ce système servirait ou participerait à un processus tendant plutôt à faire baisser la chaleur qu'à la conserver; ce processus pourrait se réaliser si comme le suggérent Sharp et Vlymen le système échangeur permettait en fait une conduction accélérée du sang dirigée sur les branchies, lieu essentiel de dissipation de la chaleur.

- Thermorégulation physiologique

Dizon, Brill et Yuen (1978), constatant que les thons doivent parfois dissiper au maximum la chaleur produite (à niveau d'activité élevé), ou au contraire conserver cette chaleur, ont été amenés à postuler l'existence d'une véritable thermorégulation physiologique chez ces espèces. Leur postulat repose à l'origine sur des expérimentations et observations directes faites sur des thons (listao) maintenus en captivité dans des bassins; ces auteurs se sont aperçu :

- d'une part que des modèles de prédiction de la température interne des animaux observés semblaient indiquer que l'efficacité du système échangeur de chaleur pouvait varier de 17 à 47 % et que ceci expliquerait que les températures internes observées sont souvent inférieures à celle prédites par les modèles.
- d'autre part aucun des modèles utilisés ne peut clairement décrire les relations complexes (et très variables) entre la température interne, la vitesse de nage et la température du milieu environnant.

Ils admettent alors que pour les thons le moyen le plus simple pour résoudre les problèmes de rétention ou de dispersion de la chaleur selon les besoins, est de pouvoir shunter à volonté ce système échangeur de chaleur. C'est cette faculté de découplage du système échangeur de chaleur qui permettrait alors la thermoregulation des thons.

Bien que les mécanismes physiologiques de cette thermoregulation restent encore largement mal élucidés, deux processus semblent intervenir :

- Le premier mécanisme permet de limiter la quantité de chaleur produite par amélioration de l'efficacité de la nage ; ainsi lors de périodes d'intense activité, ce sont les muscles blancs qui entrent en jeu ; ceux-ci fonctionnent pour une large part de manière anaérobique(ce qui tend à diminuer la consommation d'oxygène), et produisent donc beaucoup moins de chaleur que les muscles rouges ; de plus ils ne sont pas reliés au système circulatoire échangeur de chaleur.
- Selon le second mécanisme, encore largement hypothétique, le système échangeur de chaleur permettrait dans certains cas, à de plus importantes quantités de chaleur de se dissiper au niveau des branchies.

6.1.5.5. Conclusion

Bien que le rôle des systèmes vasculaires échangeurs de chaleur, et surtout leur implication dans un ensemble visant à assurer une certaine thermorégulation chez les thons, restent encore à préciser, il est

indéniable que la structure et le développement de ces systèmes, associés à la disposition des muscles rouges, ont des implications directes sur l'écologie des thons.

Pour illustrer ce rôle du système échangeur de chaleur sur le comportement on peut mentionner plusieurs exemples :

- Pour les pêcheurs sportifs, que la nature ou le développement du système échangeur de chaleur joint à la température du milieu au moment de la capture semblent influer directement sur la combativité des différentes espèces de thons ; le thon rouge dont le système échangeur de chaleur est le plus sophistiqué, serait ainsi toujours plus combatif qu'un albacore ou qu'un patudo par exemple. Des cas de poissons capturés après un combat intense et montés à bord morts avec la chair anormalement molle peuvent s'expliquer par l'impossibilité de ces individus à accomplir une thermorégulation suffisante dans des conditions extrêmes et anormales d'activité. Les thons présentant cette chair ramollie sont parfois observés à l'occasion de gros coups de senne, et sont désignés par le terme anglais de "burnt tunas". Ces individus peu prisés par les conserveries sont totalement impropres à la consommation crue sous forme de "Sashimi" très appréciée des Japonais. Il est d'ailleurs assez remarquable que sur le marché japonais les espèces de thons qui ont la plus grande valeur commerciale soient justement les espèces dont le système échangeur de chaleur est le plus efficace (thon rouge, patudo) et chez lesquelles le phénomène de "burnt tunas" est rarement observé.

Les différentes caractéristiques du système échangeur de chaleur permettent en grande partie de comprendre les affinités écologiques (en regard de la température du milieu) des diverses espèces de thons ou, au sein d'une même espèce, des différentes gammes de taille de l'espèce considérée. On peut ainsi séparer :

- les petits thons côtiers et à affinité strictement tropicale : Auxis (auxide), Euthynnus (thonine)..., espèces dont le système échangeur de chaleur central est bien développé, le système échangeur de chaleur latéral tout juste fonctionnel, et qui possèdent d'importants muscles rouges, ayant une large surface de contact avec l'extérieur.
- les jeunes individus (LF < 70 cm) à affinité tropicale quasi-exclusive des espèces T. albacares (albacore) et T. obesus (patudo) dont les systèmes échangeurs de chaleur sont encore mal développés par rapport à celui des adultes.
- les albacores adultes à affinité tropicale, mais moins marquée que celle des jeunes, en ce sens qu'ils sont fréquemment observés aux limites horizontales et verticales de l'habitat de l'espèce dans des eaux à 15°C - 20°C.
- les espèces cosmopolites comme le listao (K. pelamis), dont l'aire de répartition déborde largement les seules régions tropicales.
- les patudos adultes à affinité plutôt tempérée 10°C-18°C, (contrairement aux jeunes de l'espèce) et que l'on rencontre le plus souvent dans les eaux froides (10-15°C) de profondeur (300- 400 m) dans les régions strictement tropicales, ou dans celles de surface des régions nord et sud de l'habitat de l'espèce.
- les thons à affinité tempérée assez stricte (12°-18°C) comme le germon (T. alalunga), ou tempérée mais très cosmopolite (5°-28°C) comme le thon rouge (T. thynnus) qui est l'espèce de thon phylogénétiquement la plus avancée.

On comprend alors bien l'importance et l'intérêt de connaitre les phénomènes de thermorégulation chez les thons puisqu'ils influencent directement la répartition verticale et horizontale (biogéographie) des différentes espèces.

Ces connaissances sur la thermorégulation des différentes espèces sont donc tout à fait transposables aux thons du golfe de Guinée et permettent de comprendre certaines caractéristiques des pêcheries thonières tropicales telles que les zones préférentielles d'abondance apparente et de bonne

capturabilité des différentes espèces (albacore, listao et patudo) ou, au sein d'une espèce donnée, des gammes de tailles des individus exploités.

6.1.6. L'oxygène dissous et la répartition des thons dans l'Atlantique

6.1.6.1. Introduction

Pendant très longtemps on a souligné les corrélations étroites existant entre certains facteurs abiotiques et la répartition des espèces telle que l'on peut l'estimer par les captures qui en sont faites. Les facteurs ou paramètres les plus fréquemment cités, en raison essentiellement de la facilité de les mesurer en mer, sont la température, la salinité et l'oxygène dissous. C'est ainsi que nombre de corrélations ont été et sont encore calculées entre ces paramètres et certaines variables d'ordre biologique. Il faut cependant rappeler ici qu'une corrélation entre deux variables n'implique pas à priori l'existence d'une relation directe de cause à effet entre ces variables.

Nous avons vu (paragraphe 6.1.5) que la température de l'eau pouvait, sous certaines conditions variables selon les espèces et leur stade de développement, être un facteur qui contrôle la répartition des thons dans l'océan, voire qui limite dans certains cas (valeurs extrêmes, stades larvaires) cette répartition.

A l'échelle de l'océan, la salinité en elle-même ne semble pas jouer un rôle déterminant dans la répartition des thons. Il convient cependant de faire exception de certaines situations particulières et locales dans lesquelles des valeurs extrêmes et anormales de salinité peuvent constituer un facteur limitant; c'est ainsi que dans la baie de Biafra on peut observer de fortes dessalures locales engendrées par le débouché en mer de cours d'eau importants et les mettre en rapport avec la grande rareté des thons dans cette région.

Quant à l'oxygène, la vie et le développement des poissons sont basés sur l'utilisation de cet élément. L'oxygène est présent dans l'eau de mer sous forme dissoute, il est extrait et absorbé par le sang au niveau des branchies, alors que le gaz carbonique y est rejeté. L'oxygène est donc un élément vital pour les poissons en général et pour les thons tout particulièrement en raison de leur métabolisme très élevé. Plusieurs adaptations du système circulatoire des thons au niveau des branchies et des modalités particulières de respiration en rapport avec leur nage donnent à ces espèces une capacité d'extraction de l'oxygène dissous exceptionnellement élevée; cette efficacité dans l'extraction de l'oxygène dissous peut s'élever jusqu'à 90 % (Stevens, 1972), alors qu'elle n'est que de l'ordre de 30 % chez la plupart des autres espèces de téléostéens. On comprend donc l'intérêt qu'il y a à connaitre et à comprendre dans quelle mesure les taux d'oxygène dissous rencontrés dans l'Océan peuvent constituer un facteur limitant la survie et donc la répartition des différentes espèces de thons.

Des études de ce type revêtent un caractère essentiellement physiologique et éthologique; elles nécessitent donc par leur nature, et pour tenir compte des contraintes liées à la taille et au comportement pélagique des espèces considérées,d'importants moyens matériels (appareillages divers, bassins d'expérimentation...). Pour ces diverses raisons , ces expériences ont donc essentiellement été réalisées aux Etats Unis et de nombreuses références à ces travaux sont faites dans G.D. Sharp et A.E. Dizon (1978). Pour ne pas faire ici la synthèse détaillée de ces nombreux travaux souvent très spécialisés, nous nous bornerons à mentionner. les résultats acquis concernant les besoins en oxygène des trois principales espèces de thons tropicaux (albacore, listao, patudo) et verrons ensuite comment se répartissent les captures de ces espèces en

fonction des concentrations moyennes en oxygène dissous observées dans l'Océan atlantique.

6.1.6.2. Seuils de tolérance de l'albacore, du listao et du patudo

Après que l'on ait mis en évidence le fait que le taux de respiration (consommation d'oxygène) des thons en général est exceptionnellement élevé et de l'ordre de 2 à 10 fois celui d'autres poissons téléostéens dans des conditions d'activité comparables; il convenait de vérifier si certains taux d'oxygène rencontrés en mer pouvaient effectivement constituer un facteur limitant la présence des thons. A cet effet un certain nombre d'expérimentations ont été faites soit sur certains tissus prélevés sur des thons, soit sur des individus vivants, essentiellement des listaos, pour vérifier comment différents taux d'oxygène dissous pouvaient affecter ces tissus ou le comportement et la survie des individus. Parallèlement plusieurs formulations mathématiques ont été proposées pour calculer la consommation en oxygène selon différents niveaux d'activité, et pour diverses espèces de thon et tailles des individus (Gordon, 1968 ; Kitchell et al., 1974; Sharp and Francis, 1976; Neill et al., 1976; Dizon, 1977; Dizon et al., 1977; Sharp, 1978; Brill, 1979; Gooding et al., 1981). De l'ensemble de ces travaux, il ressort comme un fait certain que les trois espèces (albacore, listao et patudo) sont sensibles à des degrés divers aux concentrations d'oxygène dissous inférieures à certains seuils. Cette sensibilité extrême a été directement observée sur des listaos maintenus en captivité (Dizon, 1977; Gooding et al., 1981); on a pu vérifier ainsi que des taux d'oxygène dissous inférieurs à 3,5 mg O2/l provoquent chez le listao une nage accélérée ; cette accélération a été interprétée comme un comportement de fuite à l'égard d'un milieu impropre à une vie normale de l'espèce.

Bien que des observations directes du type de celle décrite ci-dessus, n'aient pu être faites sur les deux autres espèces (albacore et patudo), les taux d'oxygène minimums propres à la survie de ces espèces à diverses tailles ont pu être calculés (Sharp, 1978) et sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

ESPECE	TAILLE (LF en cm)	TOLERANCE LIMITE INFERIEURE DE CONCENTRATION EN OXYGENE ($ml/O^2/l$ d'eau)
Listao (K. pelamis)	50 75	2,45 2,89
Albacore (T. albacares)	50 75	1,49 2,32
Patudo (T. obesus)	50 75	0,52 0,65

6.1.6.3. Taux d'oxygène dissous dans l'Atlantique et répartition des espèces

Sur un plan théorique, si l'on compare les valeurs des seuils de tolérance mentionnés ci-dessus avec les concentrations moyennes en oxygène dissous observées dans l'Atlantique à différentes profondeurs (Merle, 1978), on constate que :

- les taux d'oxygène dissous dans la couche de surface comprise entre 0 et 50 mètres de profondeur (figure 3.12), sont presque toujours supérieurs aux seuils de tolérance des trois espèces. La concentration en oxygène dissous telle qu'elle existe dans l'Atlantique dans cette couche de surface ne constitue donc pas un facteur qui limite la répartition des trois espèces (albacore, listao, patudo) dans cette couche d'eau.

- à partir de 150 mètres on peut observer (figure 6.22) l'existence de deux vastes zones à faible concentration en oxygène (< 2,4 ml/l). Ces deux zones sont localisées dans la partie orientale de l'Atlantique et centrées respectivement sur les latitudes comprises entre 6° nord et 16° nord d'une part, et entre 6° sud et 18° sud d'autre part. En théorie donc, dans ces zones et à ces profondeurs, l'albacore devrait être rare , le listao absent, et seul le patudo pourrait y subsister. Quand on considère les couches d'eau encore plus profondes (figure 3.13), la surface des deux zones "pauvres" en oxygène dissous est de plus en plus étendue au fur et à mesure que la profondeur augmente. Les taux d'oxygène dissous sont de plus en plus faibles jusqu'à 500 mètres de profondeur,profondeur à partir de laquelle ils remontent progressivement.

Sur le plan pratique maintenant, il est intéressant de comparer la localisation des captures des trois espèces avec les considérations théoriques exposées ci-dessus.

Listao : On sait par la répartition des captures des pêcheries thonières de surface (canneurs et senneurs) que cette espèce est essentiellement limitée à la zone intertropicale. L'extension de la répartition de l'espèce dans la couche de surface dans les régions situées plus au nord ou plus au sud serait contrôlée alors par la température plutôt que par les taux d'oxygène dissous (Cayré, 1984). En ce qui concerne la répartition en profondeur de l'espèce, elle est difficile à appréhender même par l'examen des captures palangrières seul engin a exploiter réellement les couches d'eau comprises entre 100 et 300 m de profondeur. En effet, bien que les captures de listao à la palangre existent, notamment dans l'Atlantique central (Pianet et Yanez, 1979), elles sont très rares, car l'espèce est peu recherchée par les pêcheurs utilisant cet engin. Il est cependant clairement démontré que le listao ne peut subsister normalement dans des eaux dont la concentration en oxygène dissous est inférieure à 3 ml/l, même si de très brèves incursions en profondeur notamment dans des eaux à faible teneur en oxygène ont parfois été observées au cours d'expériences de marquage acoustique (Levenez, 1982).

Albacore et patudo : Nous n'insisterons pas sur la répartition de surface de ces espèces en rapport avec la concentration en oxygène. Comme pour le listao, l'oxygène n'atteint jamais dans la couche d'eau considérée (0-50 mètres), des taux inférieurs à ceux correspondant aux seuils de tolérance de ces deux espèces.

L'extension nord et sud de la répartition de l'albacore serait contrôlée par d'autres facteurs, dont notamment la température de l'eau (paragraphe 6.1.5.). Quant au patudo, on sait qu'il est largement répandu jusqu'à des latitudes élevées (45° nord - 45° sud) en raison de sa large tolérance aux basses températures (paragraphe 6.1.5.).

Pour appréhender complètement l'extension de l'habitat de ces deux espèces, on ne peut se limiter à la seule répartition des captures faites par les engins de surface (canne,senne...) dont l'efficacité se limite par définition à la couche d'eau comprise entre la surface et une centaine de mètres de profondeur.En revanche les palangres dont l'utilisation est largement répandue depuis près de trente ans dans l'ensemble de l'Atlantique, y compris dans ses régions centrales, permettent d'exploiter les couches d'eau plus profondes. Deux types de palangre sont utilisés

actuellement dans l'Atlantique pour la capture en profondeur des thons , des makaires et des espadons:

- la palangre dite "classique", seul type de palangre employé dans l'Atlantique jusqu'en 1975, permet d'exploiter la couche d'eau comprise en gros entre 70 et 180 mètres de profondeur
- la palangre dite "profonde",dont l'utilisation a été introduite dans l'Atlantique en 1975 par les pêcheurs japonais, permet d'exploiter la couche d'eau comprise entre 70 et 300 mètres de profondeur (Suzuki and Kume, 1982).

L'examen de la répartition géographique des rendements en albacore et en patudo réalisés de 1956 à 1983 par les palangriers (figures 6.23 et 6.24) amène à constater un certain nombre de différences fondamentales dans la répartition des deux espèces:

- les captures d'albacore sont essentiellement limitées aux zones équatoriale et sub-équatoriale
- celles de patudo ,bien que l'on en observe aussi dans la région équatoriale ,sont particulièrement importantes dans deux régions situées dans la partie orientale de l'Atlantique respectivement au large du Sénégal (entre 10° nord et 20° nord) et au large de l'Angola (entre 10° sud et 20° sud).

Par ailleurs ,selon un certain nombre d'observations (pêches expérimentales) faites essentiellement dans les zones où le patudo est en abondance (Atlantique oriental nord-est), il semble aussi exister une différence notable dans la répartition bathymétrique des deux espèces:

- l'albacore devient de plus en plus rare au fur et à mesure que la profondeur augmente; il est quasiment absent au delà de 200 mètres de profondeur
- à l'inverse la densité de patudos augmente avec la profondeur, et devient maximale entre 200 et 300 mètres de profondeur.

Cette observation a été faite empiriquement dès les années 1975, par les pêcheurs japonais qui visent préférentiellement la capture du patudo, espèce beaucoup plus appréciée que l'albacore sur le marché japonais. C'est en effet vers les années 1975-1976 que les pêcheurs japonais ont commencé à utiliser la palangre profonde dans l'Atlantique. Comme nous l'avons mentionné plus haut, cet engin permet de pêcher jusqu'à environ 300 mètres de profondeur, au lieu des 180 mètres atteints par les palangres classiques (Suzuki and Kume, 1982), et donc d'exploiter préférentiellement le patudo.

Si l'on rapproche ces différentes observations, de la répartition des taux d'oxygène dissous d'une part, et de la valeur des seuils de tolérance respectifs des deux espèces à ce taux d'oxygène dissous d'autre part, l'hypothèse selon laquelle l'oxygène serait un facteur limitant la répartition des thons semble découler logiquement. En effet les captures palangrières de l'albacore, espèce dont le seuil inférieur de tolérance vis à vis de l'oxygène est d'environ 2 ml/l, sont essentiellement limitées aux zones dans lesquelles le taux d'oxygène dissous est supérieur à cette valeur et notamment à la région équatoriale où la concentration en oxygène dissous est maximale (figures 6.22 et 6.23). A l'inverse les patudos, moins sensibles aux faibles taux d'oxygène (seuil inférieur de tolérance égal à 0,5 ml/l), s'ils sont bien présents dans les "zones à albacore" se trouvent en abondance maximale dans les régions situées au large du Sénégal et de l'Angola où l'on observe des taux d'oxygène dissous minimums (figures 6.22 et 6.24). Un phénomène similaire peut expliquer les différences observées dans l'extension en profondeur des deux espèces; en effet le patudo déjà abondant dans les zones pauvres en oxygène (Sénégal et Angola) voit cette abondance augmenter avec la profondeur et la diminution corrélative du taux d'oxygène dissous.

Cette abondance maximale du patudo dans les zones à faible concentration en oxygène dissous pourrait s'expliquer en première analyse par l'hypothèse selon laquelle les patudos et certains poissons porte-épée

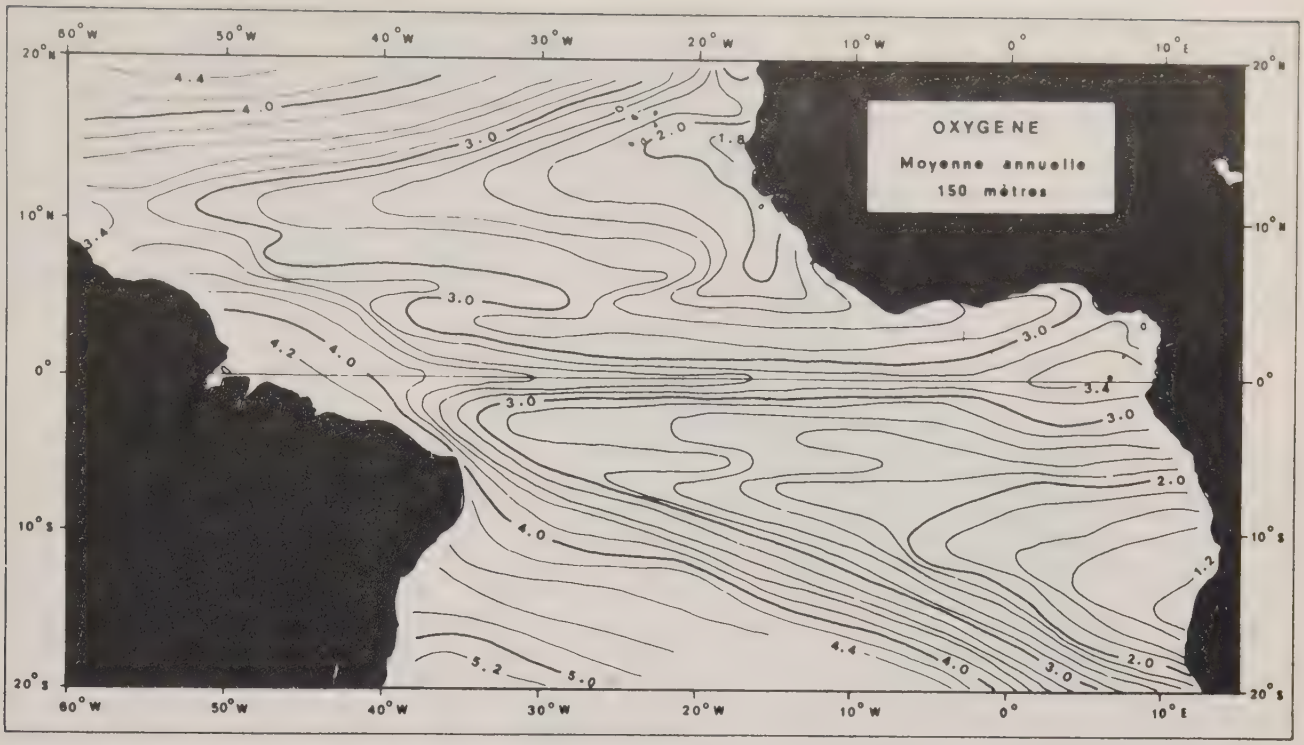


Figure 6.22 Répartition moyenne annuelle des taux d'oxygène dissous (ml/l) dans l'Atlantique à 150 mètres de profondeur. On remarque que le taux maximum relatif se situe dans la région équatoriale alors que les zones de concentration minimale se trouvent au large des côtes du Sénégal et de la Guinée d'une part et de celles de l'Angola d'autre part (d'après Merle, 1978). A titre de comparaison, on se reportera aux figures 3.12 et 3.13 où est représentée la répartition du taux d'oxygène à 50 m et 200 m de profondeur.

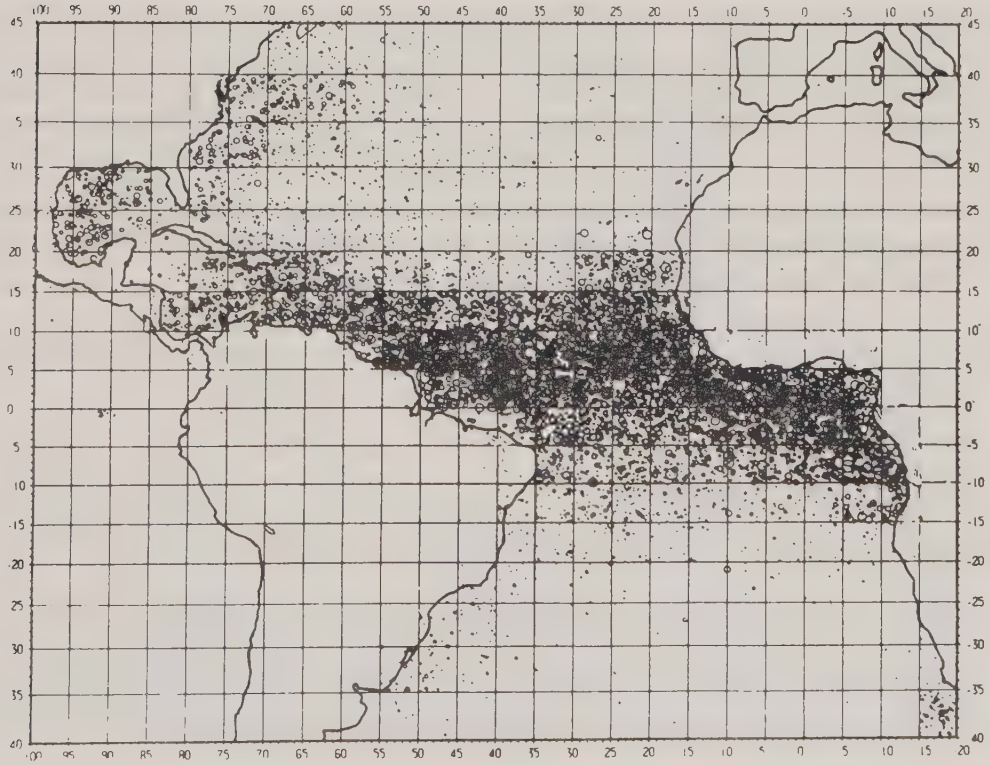


Figure 6.23 Cartographie de l'abondance en albacore estimée par les prises par unité d'effort (ou rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1980.

étant parmi les rares espèces à pouvoir supporter ces basses concentrations en oxygène, ne se trouvent donc pas en compétition avec d'autres espèces pour coloniser ces régions de l'océan pauvres en oxygène dissous. Comme semblent le montrer des expériences de marquage acoustique (Carey and Robinson, 1981), l'espadon (Xiphias gladius) serait capable, comme le patudo, de se maintenir pendant de longues périodes de temps dans un milieu à faible concentration en oxygène dissous. A cet égard la relative similitude de la répartition des rendements palangriers en patudo (figure 6.24) et de celle des rendements en espadon, Xiphias gladius (figure 6.25), notamment dans les zones à faible concentration en oxygène dissous,semble supporter cette hypothèse.

6.1.6.4. Conclusion

La mise en évidence de seuils de tolérance à la concentration en oxygène dissous propres aux trois espèces (albacore, listao, patudo) et l'existence dans l'Atlantique de concentrations en oxygène parfois inférieures à ces seuils, semblent indiquer que l'oxygène dissous est bien un facteur qui peut limiter directement l'habitat des thons. Les observations empiriques faites au moyen de la répartition des captures confirment d'ailleurs en grande partie les théories déduites d'expérimentations en laboratoire. Il convient cependant de garder à l'esprit que les seuils de tolérance évoqués, ne constituent pas une barrière absolue au passage des espèces considérées; comme l'on montré des expériences de marquage acoustique, des incursions de courte durée dans un milieu en théorie impropre à la survie des individus sont tout à fait possibles. Par ailleurs si la teneur en oxygène constitue bien dans certains cas le facteur limitant l'habitat, il faut aussi souvent invoquer, comme nous l'avons vu, d'autres facteurs pour expliquer les limites de cet habitat. L'habitat, ou la niche écologique occupée par une espèce, est en fait déterminé par une combinaison complexe de multiples facteurs abiotiques (température, oxygène etc...) et de facteurs biologiques (disponibilité en nourriture, compétition avec d'autres espèces...).

Enfin, en ce qui concerne l'oxygène seul, de nombreux points restent encore à étudier, tel celui de savoir si ce qui importe pour un poisson c'est la concentration absolue en oxygène du milieu ou bien le taux d'oxygène dissous par rapport à la valeur théorique de la dissolution de ce gaz à saturation; cette dernière valeur dépend notamment étroitement de la température en y étant inversement proportionnelle. Par ailleurs, il est probable que les besoins en oxygène varient avec la concentration du sang en hématies et donc selon de multiples paramètres susceptibles de faire varier cette concentration (température, salinité, sexe, stade de développement sexuel, croissance...).

6.1.7. Associations des bancs de thons avec d'autres grands animaux pelagiques ou divers objets flottants

6.1.7.1. Introduction

Les pêches de thonidés associés à un "système" constitué, soit par un ou plusieurs animaux pélagiques, soit par des épaves flottantes, sont connues depuis longtemps.

Dans l'océan Pacifique oriental, la pêche des thons se fait le plus fréquemment sur les bancs associés à des dauphins (Sund et al., 1981). Dans l'océan Pacifique occidental (Sacchi, 1986) ainsi que dans l'océan Indien, la pêche de thonidés se fait très fréquemment à l'aide d'épaves flottantes rencontrées fortuitement ou placées intentionnellement.

Dans l'Atlantique tropical cette forme de pêche, sans être aussi fréquente que dans le Pacifique, est aussi mise à profit dans une moindre mesure (environ 38 %, tableau 6.14) depuis une quinzaine d'années au moins

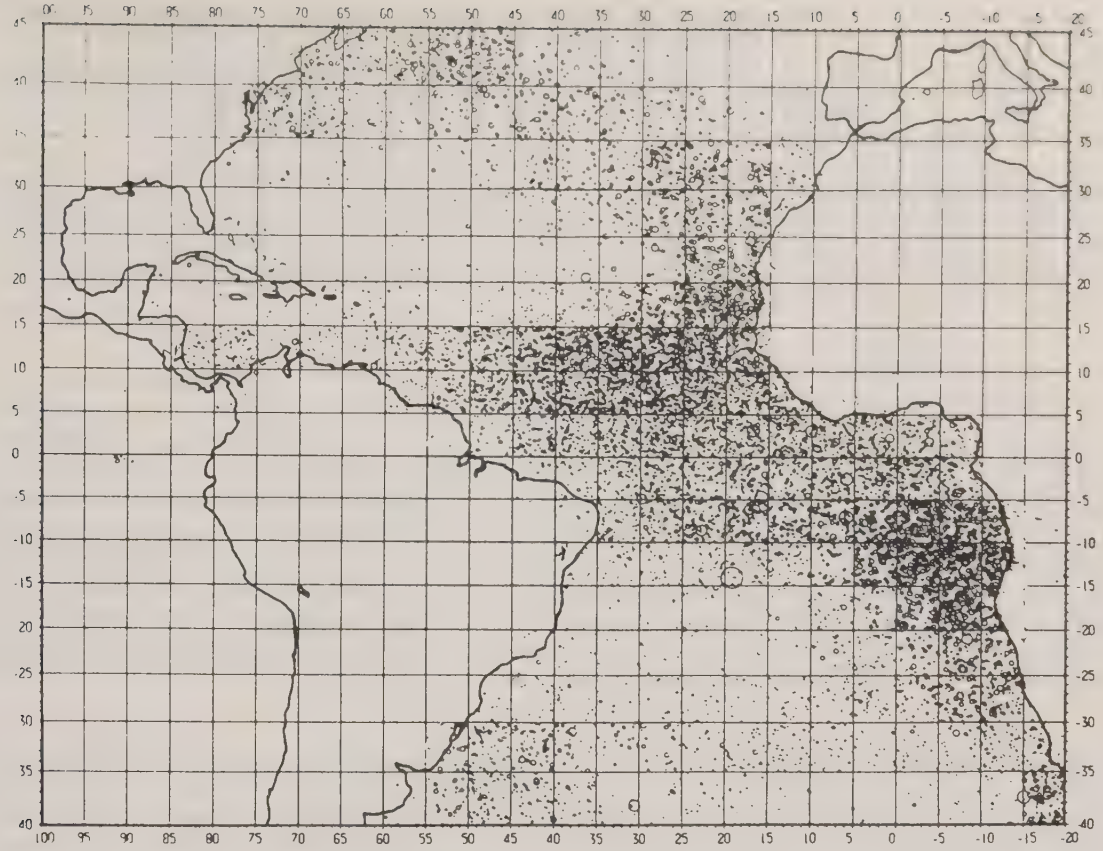


Figure 6.24 Cartographie de l'abondance en patudo estimée par les prises par unité d'effort (ou rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1980.

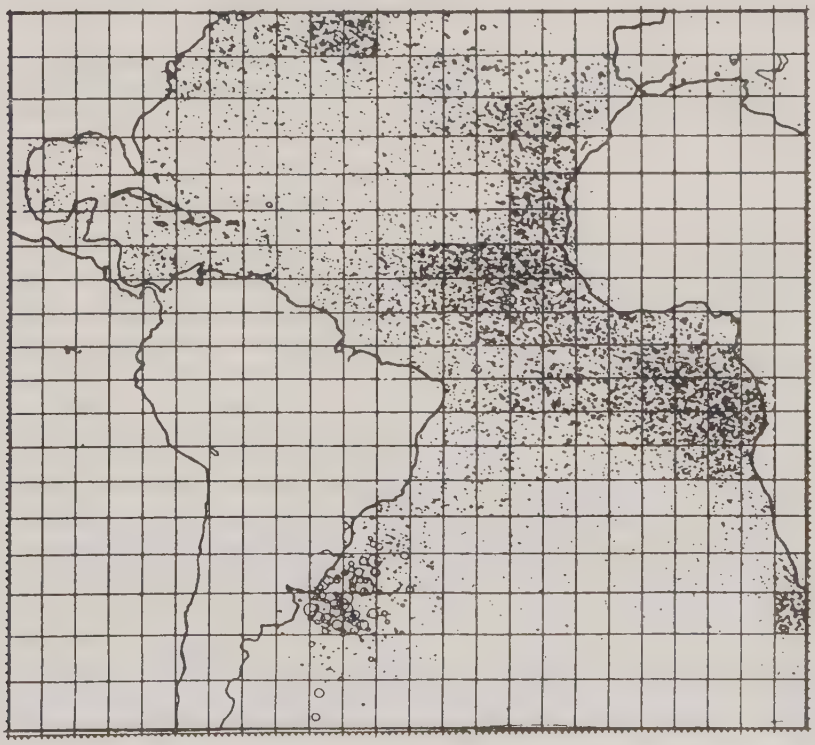


Figure 6.25 Cartographie de l'abondance en espadon (Xiphias gladius) estimée par les prises par unité d'effort (ou rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1983.

(Bard et al., 1985); les senneurs pêchent ainsi parfois des bancs de thons associés à des requins baleines, des dauphins et des baleines, ou à des épaves flottantes, (qu'il convient de dénommer "dispositif concentrateur de poisson": DCP), ou encore à des "charognes" ou cadavres de mammifères marins (baleine, cachalot etc..) ou au thonier lui-même.

Les DCP sont des bois flottés (billes de bois, troncs d'arbre) ou même de simples amas d'herbes arrachées aux rives des fleuves pendant les crues; ce type de DCP est appelé "tas de paille" par les pêcheurs français. Les DCP peuvent être aussi des aussières, de vieux flotteurs de filets, des cageots ou des débris divers.

6.1.7.2. Données et méthodes d'analyse

A partir des informations recueillies de 1976 à 1982 sur les livres de bord des thoniers de la flottille FIS (flottille française, ivoirienne et sénégalaise) débarquant dans le port d'Abidjan, nous avons codé pour certains navires tous les coups de senne effectués au cours d'une marée en sélectionnant ces marées selon le sérieux avec lequel le capitaine remplit son livre de bord. Ce fichier ne contient pas les débarquements effectués au port de Dakar (27 % des captures de la période). Les pêches effectuées dans la zone nord sont donc en général mal échantillonnées. Si l'on considère les captures réalisées par la flottille FIS de 1976 à 1982, notre échantillon représente 36.3 % des prises d'albacore, 38.1 % des prises de listao et 42.4 % des prises de patudo (tableau. 6.13).

Pour chacun des coups de senne, nous avons enregistré les paramètres concernant la pêche proprement dite (espèce, tonnage et taille du poisson pêché), ainsi que les paramètres écologiques (systèmes et/ou espèces associés au coup de senne), océanographiques (température de surface, vitesse et direction du courant et la couleur de l'eau) et météorologiques classiques (vitesse et direction du vent, l'état du ciel et de la mer).

Les informations utilisées résultent donc uniquement des estimations faites par les capitaines. Les échantillonnages spécifiques réalisés lors des débarquements ont montré que si la composition spécifique et le volume estimé des prises de gros individus consignés par les patrons de pêche dans leurs livres de bord étaient en général corrects, la composition spécifique estimée pour les petits thons était en revanche le plus souvent biaisée.

Ce problème est analysé au paragraphe 8.1.3. Ces biais tendent à confondre les petits albacores et les petits patudos sous l'appellation commerciale "listaos". De ce fait la notion de bancs purs de listaos ou de petits albacores qui sera évoquée dans la suite de ce paragraphe est en général douteuse et les conclusions sur ces bancs devront être interprétées avec prudence. Le patudo en particulier qui correspond à environ 6.7 % des captures des senneurs (1979-1982) n'est pas considéré dans la présente étude du fait de sa rareté dans les déclarations de prises.

Dans le même ordre d'idées, on comprend que l'identification de la composition spécifique d'une calée nulle soit encore plus alléatoire; en effet, cette calée a été ratée et aucun des poissons qui composaient le banc que le bateau a essayé de capturer n'a pu être réellement observé sur le pont. La composition spécifique de ces calées nulles n'est donc qu'estimée d'après les poissons dont le patron de pêche a cru reconnaitre l'espèce lorsque ceux-ci étaient visibles à la surface de l'eau.

Tout en gardant à l'esprit ces sérieux problèmes, pour chaque type de bancs codé dans les livres de bord, ont été analysées la fréquence des calées nulles et les prises par calées en fonction de la zone de pêche.

6.1.7.3. Fréquence des bancs libres et associés

Dans notre fichier, 62 % des bancs de thons exploités par les thoniers étaient des bancs libres et 38 % des bancs associés à des systèmes aggrégatifs (figure 6.26 et tableau 6.14). La fréquence observée d'associations des différents types de bancs (i.e. albacore,albacore+listao et listao) avec les divers systèmes est donnée au tableau 6.15 et représentée à la figure 6.27. La fréquence des calées positives et nulles pour les bancs libres et pour les bancs associés, est donnée au tableau 6.15 pour les divers types d'associations observés.

6.1.7.4. Thons et animaux pélagiques

(a) Association avec des requins baleines

La présence d'un requin baleine (ou de plusieurs comme cela s'est déjà produit) va agir de façon différente suivant qu'il sera associé avec du listao ou avec de l'albacore (Stretta et Slepoukha, 1986a). Au niveau global, 8% des coups de senne sont effectués en présence d'un requin baleine (tableau 6.14 et figure 6.26). Les pourcentages d'occurence de chaque type de banc de thonidés pêché avec des requins baleines sont présentés dans le tableau 6.15 et la figure 6.27; l'on note une différence entre les bancs monospécifiques et les bancs mixtes d'albacores et de listaos.

Si l'on compare le taux de réussite des calées sur bancs libres et sur bancs pêchés en présence d'un requin baleine, la présence de ce dernier, n'a aucun effet sur la réussite de la calée quand le banc pêché est composé uniquement de "listaos". En revanche, pour les bancs d'albacores "purs", en présence d'un requin baleine le taux de coups nuls est plus élevé et la prise moyenne par calée inférieure (tableau 6.15). Pour les bancs mixtes d'albacore et de listao, le taux de coups nuls baisse par rapport à un banc libre alors que la prise moyenne par calée est peu différente (tableau 6.15). Les prises par classes de taille des calées montrent une prépondérance de calées de petites tailles (figures 6.28, 6.29 et 6.30).

La région hydrologique où un cinquième des calées se font en association avec un requin baleine est la région dénommée "cap Lopez" (tableau 6.16 et figure 7.1), alors que ces calées sont rares dans d'autres zones hydrologiquement comparables.

(b) Association avec des dauphins

La pêche de thons associés à des dauphins est loin d'avoir l'ampleur qu'a ce type de pêche dans le Pacifique oriental. Sund et al., (1981) dans leur synthèse sur l'environnement des thons dans le Pacifique central qualifient de vital pour le succès des pêches la présence simultanée de thons et de dauphins. En Atlantique, seulement 1% des bancs de thons de l'échantillon sont pêchés avec des dauphins (tableau 6.14 et figure 6.26); les pourcentages d'occurence pour chaque type de banc de thonidés pêchés avec des dauphins sont très faibles (tableau 6.15 et figure 6.27). Ces chiffres sont à rapprocher de ceux relevés par Levenez et al., (1980) pour la période 1976-1979. D'après Stretta et Slepoukha (1986a), les dauphins n'ont pas d'influence significative sur la réussite de la calée quand ils sont associés avec des bancs mixtes, toutefois, la prise moyenne par calée augmente de façon sensible (tableau 6.15 et figure 6.29). Il n'en est pas de même pour les pêches de bancs de "listaos" où le taux de coups nuls devient deux fois plus important que pour un banc libre; la prise moyenne par calée s'élève à 4.4 t (contre 11.8 t pour un banc libre). Pour les bancs d'"albacore", le taux de coup nul augmente également (tableau 6.15 et figures 6.28 et 6.30), alors que la prise par calée reste sensiblement la même.

Tableau 6.13 Comparaison entre les tonnages pêchés (milliers de tonnes) par les senneurs de la flottille FIS de 1976 à 1982 et les tonnages pêchés par les senneurs échantillonnés.

ESPECES		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	TOTAL
ALBACORE	Tonnage pêché	50.5	47.9	53.7	48.9	49.9	51.7	43.4	346.0
	Tonnage échantillonné	7.6	15.6	21.3	17.1	26.0	20.6	17.4	125.6
	Pourcentage échantillonné	15.0%	32.6%	39.7%	35.0%	52.1%	39.8%	40.1%	36.3%
LISTAO	Tonnage pêché	16.3	30.9	24.8	17.5	24.1	33.4	33.0	180.0
	Tonnage échantillonné	3.5	11.5	9.3	5.4	15.2	11.5	12.1	68.5
	Pourcentage échantillonné	21.5%	37.2%	37.5%	30.9%	63.1%	34.4%	36.7%	38.1%
PATUDO	Tonnage pêché	0.7	2.2	1.5	1.4	1.1	0.8	1.5	9.2
	Tonnage échantillonné	0.2	0.8	0.6	0.5	0.8	0.4	0.6	3.9
	Pourcentage échantillonné	28.6%	36.4%	40.0%	35.7%	72.7%	50.0%	40.0%	42.4%

Tableau 6.14 Nombre de calées totales, nombre de calées positives et nulles, pourcentages de calées nulles et pourcentages d'occurence sur bancs libres et bancs associés à des DCP et à des animaux marins pour toutes espèces confondues.

ESPECES	LIBELLES PARAMETRES	BANCS LIBRES	BANCS ASSOCIES AVEC:						TOTAL
			REQUIN BALEINE	DAUPHIN	BALEINE	DCP	CHAROGNE	THONIER	
BANCS DE THONIDES	Nbr.calées	6655	869	146	856	1813	65	298	10702
	Calées >0	4972	703	89	655	1723	64	280	8486
	Calées <0	1683	166	57	201	90	1	18	2216
	% cal.nul.	25.29%	19.10%	39.04%	23.48%	4.96%	1.54%	6.04%	20.71%
	% occur.	62.18%	8.12%	1.36%	8.00%	16.94%	0.61%	2.78%	

Nbr.calées = Nombre de calées totales.
Calées >0 = Nombre de calées positives.
Calées <0 = Nombre de calées nulles.
% cal.nul. = Pourcentage de calées nulles.
% occur. = Pourcentage d'occurence.

Tableau 6.15 Nombre de calées totales, nombre de calées positives et nulles, prises moyennes par calées, pourcentages de calées nulles et pourcentages d'occurence sur bancs libres et bancs associés à des DCP et à des animaux marins.
(ns: non significatif).

ESPECES	LIBELLES PARAMETRES	BANCS LIBRES	BANCS ASSOCIES AVEC: REQUIN BALEINE	DAUPHIN	BALEINE	DCP	CHAROGNE	THONIER	TOTAL
"LISTAO"	Nbr.calées	1676	118	34	109	390	32	71	2430
	Calées >0	1169	88	24	86	367	32	67	1833
	Calées <0	507	30	10	23	23	0	4	597
	P.moy.cal.	11.8 t	9.9 t	4.4 t	15.2 t	18.0 t	31.4 t	18.3 t	
	% cal.nul.	30.25%	25.42%	70.59%	21.10%	5.90%	0.00%	5.63%	24.56%
	% occur.	68.97%	4.86%	1.40%	4.48%	16.05%	1.31%	2.92%	
LISTAO + ALBACORE	Nbr.calées	1435	491	30	259	1070	27	163	3475
	Calées >0	1238	457	28	240	1064	27	160	3214
	Calées <0	197	34	2	19	6	0	3	261
	P.moy.cal.	25.2 t	21.2 t	31.7 t	29.5 t	24.9 t	27.8 t	23.3 t	
	% cal.nul.	13.73%	6.92%	6.67%	7.34%	0.64%	0.00%	1.84%	7.51%
	% occur.	41.29%	14.13%	0.86%	7.45%	30.80%	0.77%	4.69%	
"ALBACORE"	Nbr.calées	3393	234	80	460	318	3	49	4537
	Calées >0	2444	136	49	301	259	2	40	3231
	Calées <0	949	98	31	159	59	1	9	1306
	P.moy.cal.	30.5 t	9.9 t	22.5 t	29.3 t	8.7 t	ns	9.3 t	
	% cal.nul.	27.97%	41.88%	38.75%	34.57%	18.55%	ns	18.37%	28.78%
	% occur.	74.78%	5.15%	1.76%	10.13%	7.01%	0.06%	1.08%	

Nbr.calées = Nombre de calées totales.
Calées >0 = Nombre de calées positives.
Calées <0 = Nombre de calées nulles.
P.moy.cal. = Prise moyenne par calée en tonnes.
% cal.nul. = Pourcentage de calées nulles.
% occur. = Pourcentage d'occurence.

Tableau 6.16 Nombre total de calées (positives et négatives) et pourcentages d'occurence sur bancs libres et bancs associés à des DCP ou à des animaux marins dans les différentes régions hydrologiques en Atlantique.

REGIONS HYDROLOGIQUES	BANC LIBRE	BANCS ASSOCIES AVEC:						TOTAL
		REQUIN BALEINE	DAUPHIN	BALEINE	DCP	CHAROGNE	THONIER	
SENEGAL	303 70.8%	10 2.3%	20 4.7%	62 14.5%	19 4.4%	0 0.0%	14 3.3%	428
SHERBRO	1277 66.5%	6 0.3%	49 2.5%	136 7.1%	353 18.4%	25 1.3%	74 3.8%	1920
GHANA	1081 65.3%	7 0.4%	34 2.1%	159 9.6%	299 18.1%	10 0.6%	65 3.9%	1655
CAP LOPEZ	1613 45.2%	747 20.9%	16 0.4%	274 7.7%	840 23.5%	2 nc	73 2.0%	3565
EQUATEUR	2271 77.4%	82 2.8%	27 0.9%	218 7.4%	254 8.7%	20 0.7%	62 2.1%	2932

Valeur première ligne: Nombre de calées.
Valeur deuxième ligne: Pourcentage d'occurence.

Les prises par classe de taille des calées présentent pour les bancs d'"albacore" purs et les bancs mixtes, une proportion non négligeable (respectivement 2.5% et 10.0%) de calées d'un tonnage supérieur à 100 tonnes (figures 6.28, 6.29 et 6.30). Dans ces calées, seuls les albacores d'un poids égal ou supérieur à 30 kg sont représentés.

Les pêches de thonidés associés à des dauphins sont très inégalement réparties. Dans la zone "Sénégal" (figure 7.1), près de 5% des pêches se font avec ce genre d'association, alors que dans la région "cap Lopez" et "Equateur", moins de 1% des pêches se font sur ce type d'association (tableau 6.16 et figure 6.31). Tous ces résultats sont à considérer avec prudence, du fait du nombre restreint d'observations de calées associées à des dauphins.

(c) Association avec des "baleines"

Le terme "baleine" employé par les pêcheurs, est un terme générique et il inclut les baleines, les cachalots et plus rarement les orques. Comme pour les pêches de thonidés associés avec des requins baleines, à un niveau global, environ 8 % des bancs de thons de l'échantillon sont pêchés en association avec des baleines (tableau 6.14 et figure 6.26). Les pourcentages d'occurence de ce type d'association montrent que les bancs d'"albacores" sont deux fois plus fréquent que les bancs de "listaos" (tableau 6.15 et figure 6.27).

En présence d'une baleine, le taux de calée nulle est voisin de celui d'un banc libre pour les pêches de "listao", alors qu'il est différent pour des pêches de bancs mixtes et de bancs d'"albacores" (Stretta et Slepoukha, 1986a). Pour ce dernier type de banc, le taux de coups nuls est double en présence d'une baleine (tableau 6.15). En revanche, les prises par calée sont peu différentes pour les trois types de bancs, qu'ils soient libres ou associés à une "baleine" (figures 6.28, 6.29 et 6.30).

Dans la zone "Sénégal" (figure 7.1) près de 15% des pêches de thonidés de l'échantillon sont associés à des baleines alors que dans les autres zones hydrologiques, ce type d'association ne représente que 7 à 9 % des calées (tableau 6.16 et figure 6.31). On notera cependant que les prises dans ce secteur sont mal représentées dans l'échantillon.

6.1.7.5. Thons et épaves naturelles

(a) Association avec des Dispositifs Concentrateurs de Poissons

Les pourcentages des pêches de thonidés associés avec des Dispositifs Concentrateurs de Poissons (DCP) par rapport aux pêches totales par zone de 2° de latitude par 5° de longitude sont présentés sur les figures 6.32 a et b. On note une prépondérance des coups de senne sur DCP naturels dans les zones comprises entre 5 et 10° est et entre 2° nord et 4° sud. Ceci est à relier au fait que dans ces régions, se jettent le fleuve Congo au sud et les nombreuses rivières gabonaises. Sur les figures 6.32 a et b, on note également que dans les zones au large du Liberia, la proportion des pêches sur DCP naturel est supérieure à 40% près de la côte. On peut relever également qu'au large dans la zone "Equateur" (figure 7.1), et dans la région "Sénégal" bordée par des terres arides, la fréquence de DCP est faible (tableau 6.16 et figure 6.32).

En Atlantique tropical oriental, près de 20% des coups de senne (tableau 6.14 et figure 6.26) et des tonnages pêchés qui constituent l'échantillon ont été réalisés grâce à des DCP naturels (Bard et al., 1985; Stretta et Slepoukha, 1986a). L'"albacore" et le "listao", ne s'associent pas de la même façon sous ou à proximité d'un DCP. Le lien avec l'objet flottant apparaît beaucoup plus fort pour les "listaos" (associés en bancs mixtes avec des petits albacores et des petits patudos) que pour les "albacores" (tableau 6.15). C'est cet ensemble de thons de petites tailles (de 1.5 à 10 kg) que l'on trouve le plus souvent associé à des DCP. Par

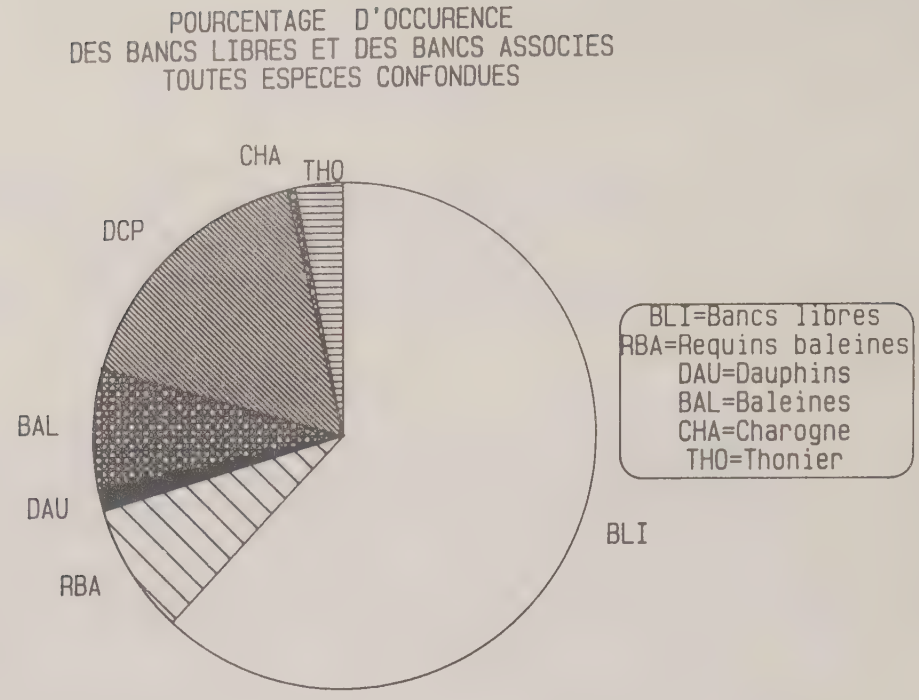


Figure 6.26 Pourcentages d'occurrence des bancs libres et des bancs associés (toutes espèces confondues).

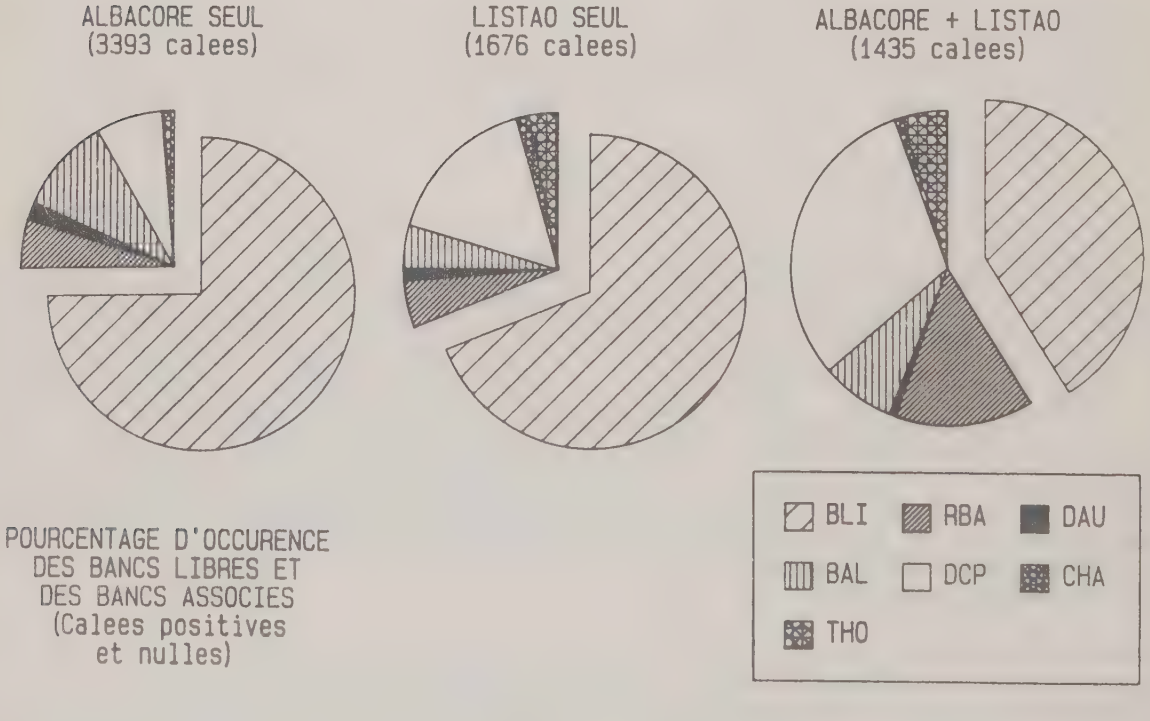


Figure 6.27 Pourcentages d'occurrence des bancs libres et des bancs associés (par type de bancs).

ailleurs, dans les zones actuellement exploitées dans l'océan Indien par les senneurs, l'association des gros albacores avec un DCP semble plus fréquente (Marsac, communication personnelle). Pour l'Atlantique, en analysant les prises au niveau des tonnages moyens par calée positive, on constate que pour un banc de "listao", la prise moyenne par calée en présence d'un DCP s'élève à 18 tonnes, contre moins de 12 tonnes par calée sans DCP. Pour des bancs mixtes d'albacore et de listao, la prise moyenne par calée est très voisine de 25 tonnes, que les bancs soient libres ou associés à un DCP. Pour les bancs d'albacore la prise moyenne par calée s'élève à 8.7 tonnes pour un banc associé à un DCP et à 30.5 tonnes pour un banc sans DCP.

Par ailleurs, les DCP sont activement recherchés par les patrons de thoniers en raison du faible taux de calées nulles qu'ils réalisent grâce à eux. Dans le tableau 6.15 nous présentons les différents taux de coup nul rencontrés en présence d'un DCP en fonction des trois types de bancs. Pour un banc de "listao", le taux de coup nul dans l'échantillon, inférieur à 6 %, est statistiquement plus faible que celui de 30 % observé pour les bancs libres. En revanche pour les bancs d'albacore, le taux de calée nulle n'est pas statistiquement différent de celui des bancs libres. Enfin pour les bancs mixtes, le taux de calée nulle inférieur à 1 %, est bien inférieur aux 14 % observés pour les bancs libres. Le faible taux de calées nulles présentes dans l'échantillon pourrait en fait résulter d'un biais statistique. Après discussion avec les patrons de thoniers, ces derniers situeraient le taux de calée nulle pour un banc mixte associé à un DCP, non pas à 0.6 %, mais aux environs de 3 %.

En ce qui concerne les prises par classe de taille de la calée, on peut noter pour les bancs d'albacores la présence d'un pic qui correspond à des calées de 1 à 10 tonnes (figure 6.30).

(b) Association avec des "charognes"

Il est un type de pêche particulierement spectaculaire à savoir des pêches de thonidés en présence d'un cadavre de baleine ou de cachalot, ou "charogne", dérivant en surface. La rencontre d'une charogne est rare: moins de 1% des prises est réalisé avec ce type d'association (tableau 6.14 et figure 6.26). Nous présentons dans le tableau 6.15 et la figure 6.27 les pourcentages d'occurence de ce type d'association pour les différents types de bancs.

A titre indicatif, nous mentionnons le fait qu'en présence d'une "charogne", le taux de calée nulle pour les différents types de bancs de thons, est proche ou égal à zéro (tableau 6.15). Les plus fortes prises par calée réalisées par la flottille FIS, l'ont été sur des charognes et des prises par calée de plus de 200 tonnes sont encore dans les mémoires. Quant aux prises par classe de taille des calées, on peut noter que les bancs de "listaos", plus de 70 % des calées, sont d'un tonnage moyen supérieur à 20 tonnes (figure 6.28).

En plus d'un faible taux de coups nuls et d'une prise par calée importante, le thonier restera généralement près de "son épave" et larguera sa senne tous les matins plusieurs jours de suite jusqu'à la décomposition complète de la carcasse. Ce genre de pêche sur une "charogne", met en évidence un point fondamental: la taille des bancs pêchés successivement décroît nettement avec la séquence des coups de senne (figure 6.33). Selon Bard et al., (1985), le fait qu'une épave recèle ou ne recèle pas de thons, ne dépend que de la probabilité de rencontre entre cette épave et un banc passant à proximité. Une épave "épuiserait" en quelque sorte les bancs présents dans son voisinage. Ces auteurs posent la question de savoir si un objet flottant possède une sorte de "rayon d'action" qui, en fonction de la densité et de la taille des bancs de thons dans la zone, déterminerait le pouvoir d'attraction réel de l'objet en question.

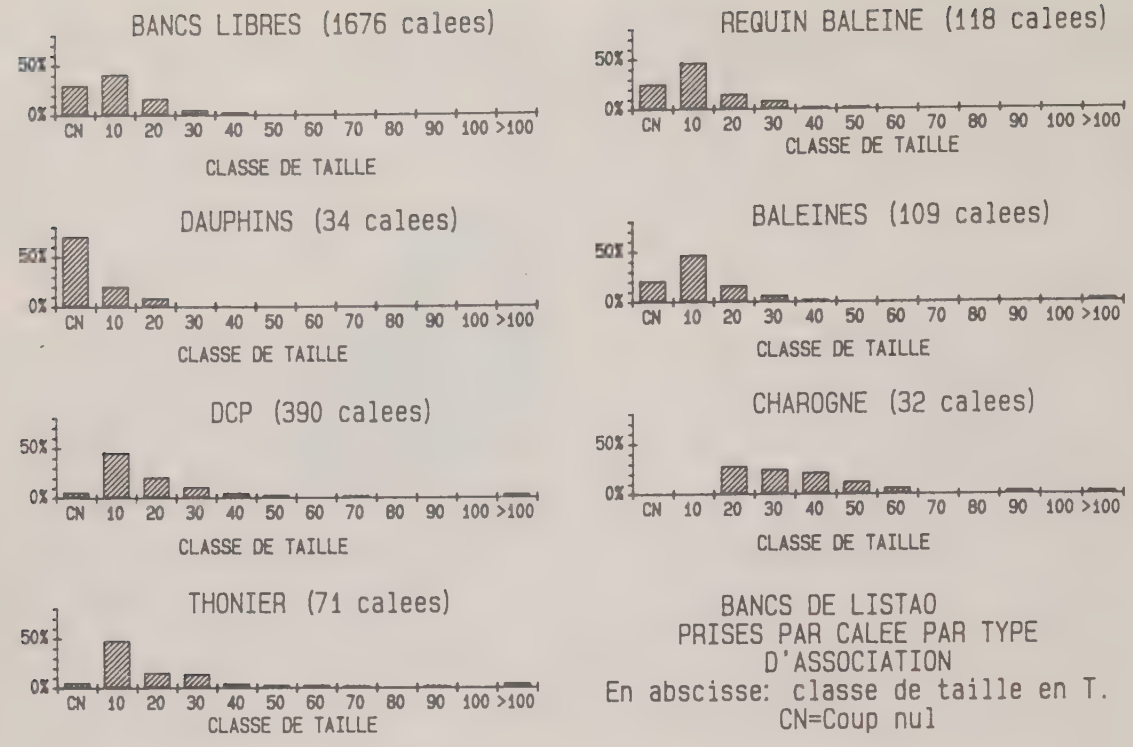


Figure 6.28 Bancs de listaos purs. Prises par calée et par type d'association.

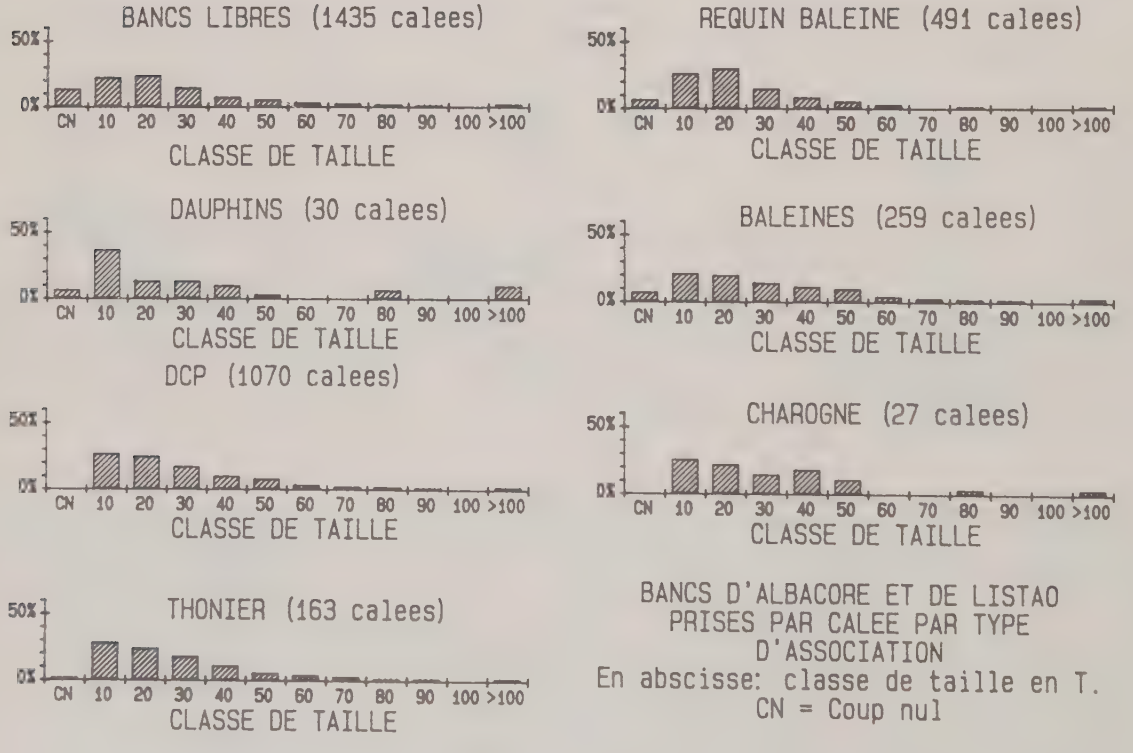


Figure 6.29 Bancs mixtes d'albacores et de listaos. Prises par calée et par type d'association.

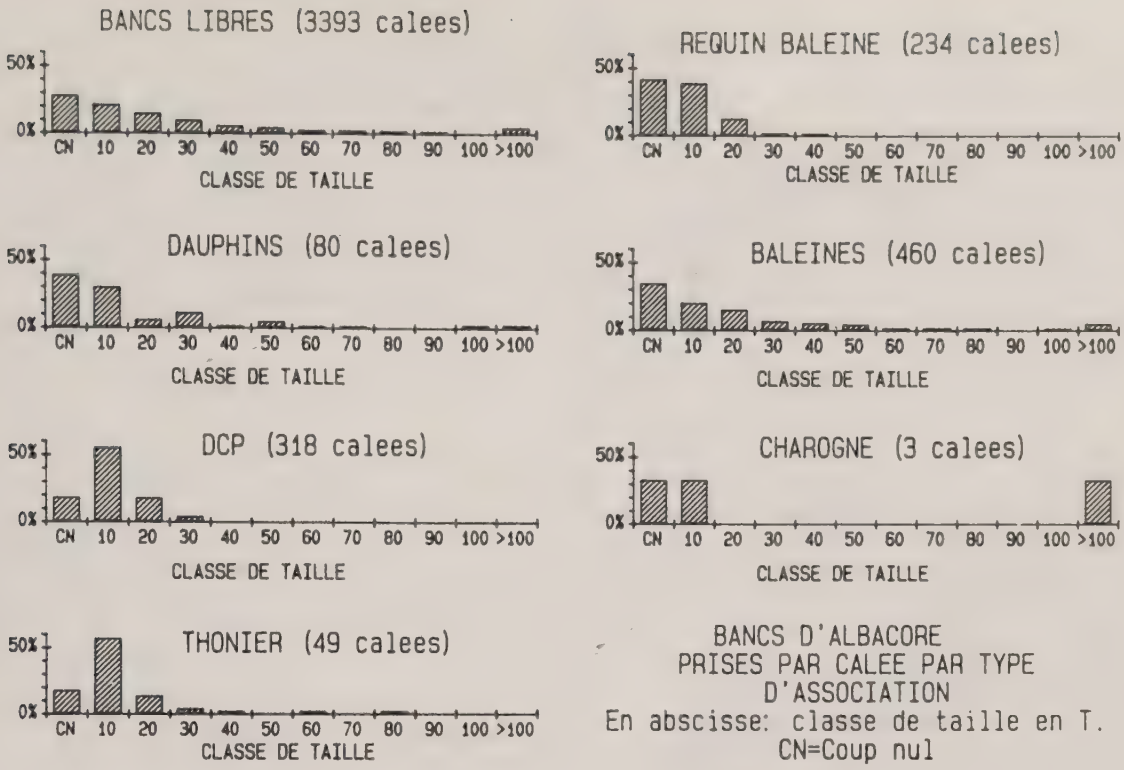


Figure 6.30 Bancs d'albacores purs. Prises par calée et par type s'association.

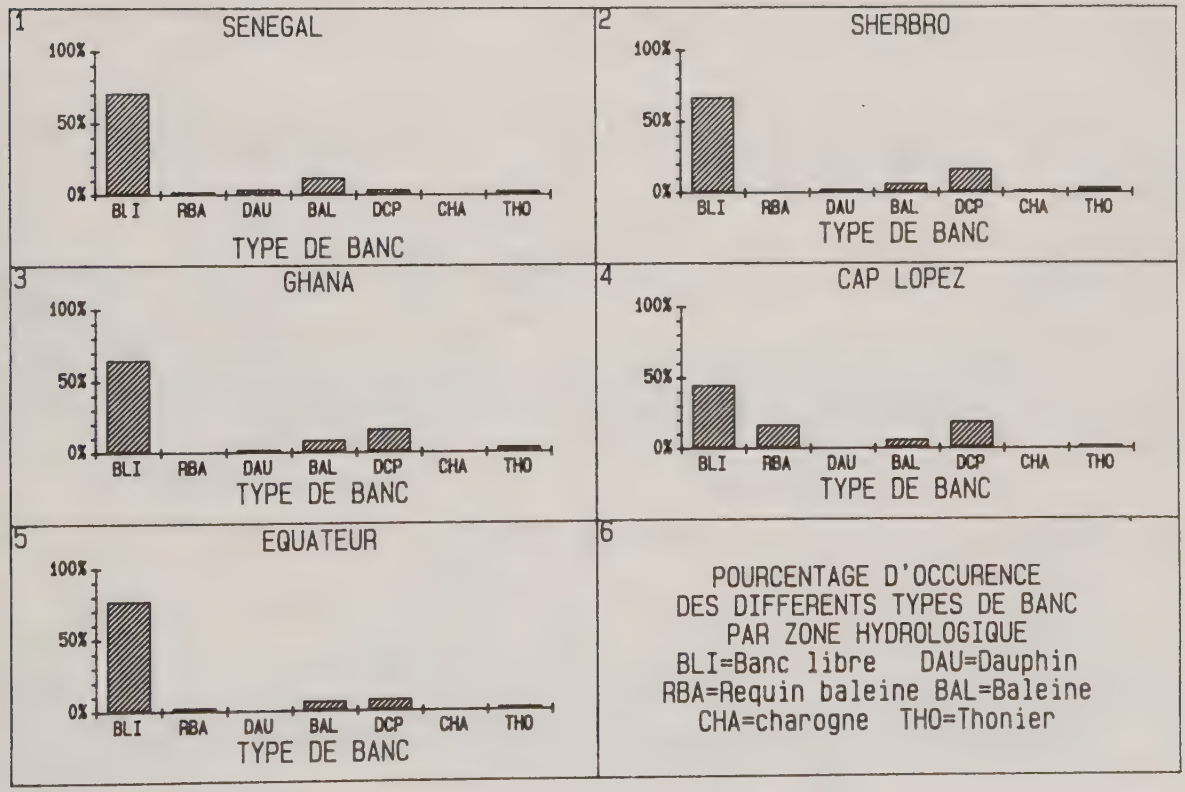


Figure 6.31 Pourcentages d'occurrence des différents types de bancs par zone hydrologique.

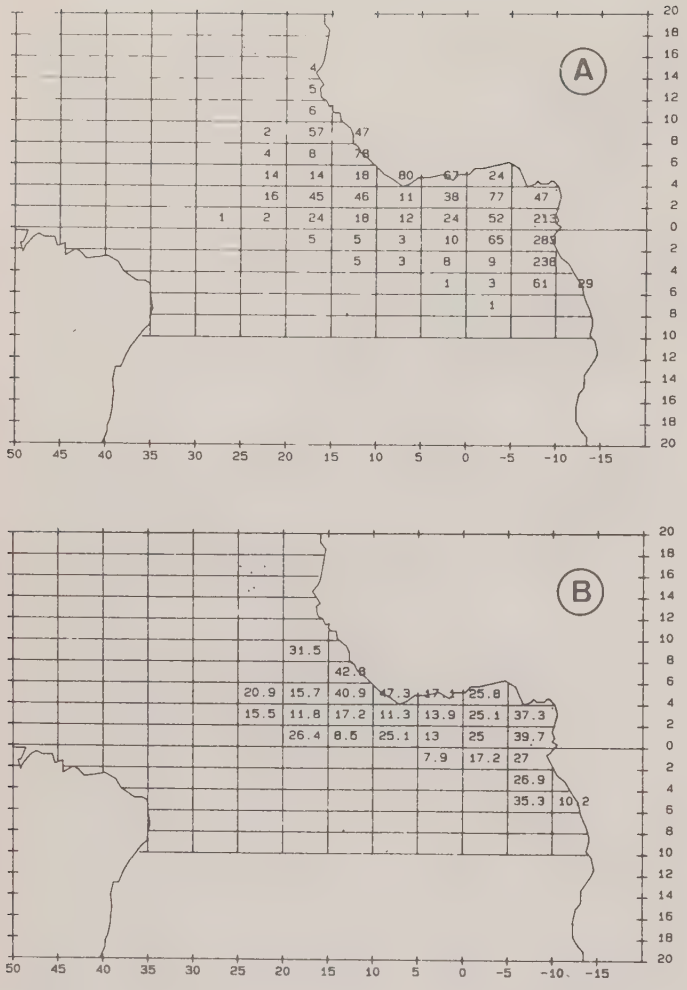


Figure 6.32

a) localisation des épaves dans l'océan Atlantique tropical oriental (en nombre)

b) rapport Pêches avec DCP/Pêches totales par zone de 2º de latitude par 5º de longitude (en pourcentage).

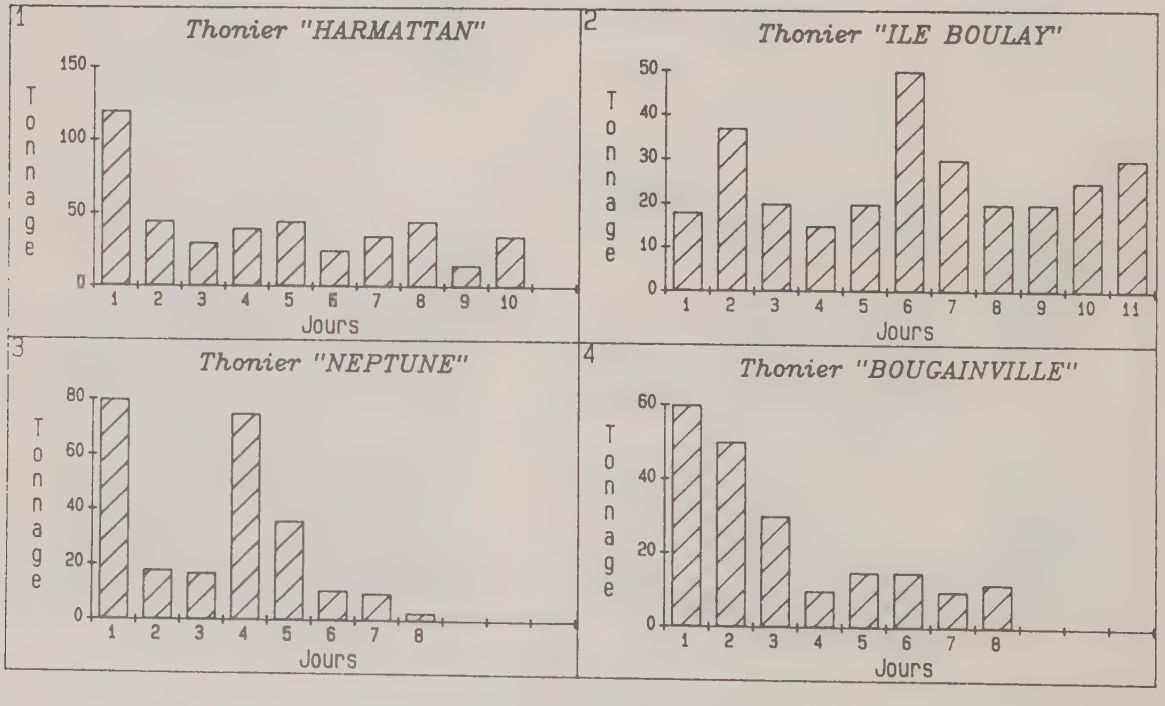


Figure 6.33 Séquences de pêches de thonidés associés à une charogne pour quatre thoniers senneurs.

(c) Association avec le thonier

Une autre forme de pêche particulièrement spectaculaire est celle où le thonier joue lui-même le rôle d'un DCP. Il arrive parfois au lever du soleil, au moment où le thonier s'apprête à remettre en pêche, qu'un banc de thons soit plaqué sous la coque du navire. Ce type d'association est relativement rare; d'après notre fichier, près de 3% des calées ont été effectuées de cette façon (tableau 6.14 et figure 6.26). Cependant, ce type d'association favorise de façon significative un faible taux de coups nuls (par rapport à un banc libre) pour les bancs de "listaos" comme pour les bancs mixtes ; pour les bancs d'"albacores" , ce taux de coup nul est même le plus bas relevé (tableau 6.15), mais il n'est pas statistiquement différent de celui relevé pour un banc libre. Quant aux prises moyennes par calée (tableau 6.15) et aux prises par classe de taille des calées, le thonier se comporte comme un DCP (figures 6.28, 6.29 et 6.30).

Cette forme de pêche est mise à profit par les canneurs qui opèrent dans la région de Dakar. Il arrive très fréquemment qu'un canneur pêche plusieurs jours de suite sur le même banc de thonidés "collé" à sa coque. Lorsque ses câles sont pleines le canneur va "céder" son banc à un autre canneur qui à son tour pêchera le banc jusqu'à la fin de sa marée. Un même banc de thons peut ainsi être exploité en continuité pendant plusieurs mois par deux bateaux se relayant, le phénomène d'aggrégation des thons sous le bateau concentrant plus d'individus qu'il n'en est capturé.

6.1.7.6. Conclusions

Le chapitre montre bien la fréquence et l'importance pour la pêche thonière de la région, des associations entre bancs de thons et divers objets et/ou animaux marins.

Différentes questions demeurent posées :
- pourquoi les thons sont ils attirés par des corps flottants inertes ou vivants ?
- Y a t-il de "bonnes épaves" et quelle sont les causes de l'existence de celles-ci ?
- existe t-il une relation entre la taille d'un DCP et la quantité de poisson pêché ?
- la mise en place de réseaux d'épaves artificielles, dérivantes ou mouillées sur des hauts fonds, pourrait elle accroitre l'efficacité des flottilles thonières dans certaines régions ?
- quel est l'impact de l'existence de ces épaves sur les stratégies d'exploration des thoniers et donc sur les efforts de pêches effectifs des senneurs ?

Seule la mise en oeuvre de nouvelles recherches orientées spécialement sur ces thèmes pourront apporter des réponses à ces questions qui demeurent malheureusement négligées dans les recherches habituellement recommandées par l'ICCAT.

6.1.8 Les parasites des thonidés majeurs (albacore, listao et patudo)

6.1.8.1. Introduction

La description de l'infestation parasitaire des thons est souvent utilisée comme critère de différentiation de stocks ou groupes de poissons (Mackenzie, 1983) ; nous reviendrons dans un autre chapitre sur cet aspect de son utilisation dans l'Océan Atlantique (Baudin-Laurencin, 1974; Lardeux, 1980).

Dans ce chapitre purement descriptif, nous ne donnerons pas non plus la liste exhautive des parasites des trois principales espèces de thons (albacore, listao et patudo) capturées dans l'Atlantique tropical oriental.

Cette liste spécifique concernant une zone géographique restreinte serait d'ailleurs extrêmement sujette à caution pour les raisons suivantes :

- la systématique des très nombreuses espèces de parasites susceptibles d'infester les thons est encore très imparfaite et les critères d'identification des espèces très variables d'un auteur à l'autre; la même espèce de parasite trouvée à des endroits différents pourrait donc être signalée sous des appellations variées et apparaitre à plusieurs reprises dans cette liste.
- l'importance des travaux de recherche concernant les parasites de l'albacore, du listao et du patudo dans le golfe de Guinée est très inégale pour chacune de ces espèces et souvent limitée ; il serait donc nécessaire de faire des emprunts à des ouvrages qui ne concernent pas cette zone, voire des descriptions faites sur des thons d'un autre océan (Pacifique ou Indien) pour que cette liste soit aussi exhaustive que possible.

Outre les incertitudes systématiques déjà mentionnées, ces emprunts reviendraient alors à admettre un très large cosmopolitisme des espèces de parasites ; ce cosmopolitisme supposé serait une hypothèse apparemment peu défendable, puisque de nombreux travaux tendent au contraire à postuler l'existence de parasites typiques à certaines régions (Baudin-Laurencin, 1974; Lardeux, 1980; Mackensie, 1983; Lester et al., 1985) et à utiliser ces parasites comme marqueurs biologiques.

En ce qui concerne la dénomination des différents parasites observés sur l'albacore, le listao ou le patudo nous renverrons donc le lecteur aux ouvrages spécialisés sur le sujet, dont entre autres : Silas, 1967 : Silas et Ummerkutty, 1967; Bane, 1969; Baudin-Laurencin, 1971, 1972 et 1974; Bussieras, 1972; Watertor, 1973; Lardeux, 1980 ...).

Nous ne mentionnerons donc ici que quelques aspects très généraux des connaissances sur l'infestation parasitaire des trois espèces ainsi que certains parasites particulièrement répandus ou facilement observables.

6.1.8.2. Albacore et patudo

Les travaux concernant l'infestation parasitaire de ces deux espèces, en ce qui concerne plus particulièrement la zone tropicale orientale de l'Atlantique , sont relativement nombreux comparés à ce qui existe sur le listao dans l'Atlantique en général.

La première note sur les parasites de l'albacore et du patudo de l'Atlantique tropical oriental remonte à 1962 (Rossignol et Repelin, 1962 et 1962a); par la suite plusieurs documents décrivent aussi des infestations parasitaires dues à des espèces bien précises de parasites (Bussieras et Aldrin, 1965 et 1967; Bussieras et Baudin-Laurencin, 1970; Bussieras, 1972; Baudin-Laurencin, 1972 ...). Ce n'est qu'à partir de 1969 qu'un certain nombre d'auteurs se sont attachés à essayer de recapituler l'ensemble des parasites connus infestant l'albacore sur les côtes d'Afrique de l'Ouest (Bane, 1969; Baudin-Laurencin, 1971; Bussieras et Baudin-Laurencin, 1973; Baudin-Laurencin, 1974; Lardeux, 1980).

Il ressort de ces différents travaux que les parasites de l'albacore et du patudo sont souvent communs à ces deux espèces, à une exception bien établie près que nous verrons plus loin. Au total une cinquantaine d'espèces de parasites ont été plus ou moins clairement identifiées. Ces espèces sont soit des crustacés (copépodes), soit pour leur grande majorité des vers ou helminthes : trématodes monogènes et digènes, cestodes, nématodes, acantocéphales. De nombreuses espèces sont encore mal identifiées en raison notamment du fait qu'elles n'ont été observées qu'à des stades de larves ou d'immatures et aussi en raison des nombreuses incertitudes qui existent encore quant à la systématique de ces espèces en général.

Toutes les parties du corps ou des viscères sont susceptibles d'être parasitées. Il semble par ailleurs que le taux d'infestation augmente avec la taille des individus, même si pratiquement toutes les espèces de parasites reconnues chez les adultes ont été aussi observées sur de jeunes albacores ou patudos (Baudin-Laurencin, 1971).

Si l'hypothèse selon laquelle l'abondance de certaines espèces de parasites est caractéristique de zones bien déterminées n'est qu'imparfaitement démontrée, il semble établi que la présence du ver parasite Nasicola Klawei (Monogène, capsalidae) dans les fosses nasales soit bien spécifique à l'albacore. Ce parasite et son utilisation potentielle pour distinguer les jeunes albacores des jeunes patudos a été signalé pour la première fois par Rossignol et Repelin (1962 et 1962a); parfois décrits sous les noms de Tristoma sp. (Rossignol et Repelin, op. Cit.), de Caballerocotyla klawei (Bussieras et Aldrin, 1967), sa désignation en tant que Nasicola klawei semble la seule valable selon Baudin-Laurencin, (com. pers.) et d'après les travaux de Yamaguti (1968). Ce parasite est très généralement observable par paires sur les muqueuses des capsules nasales de pratiquement tous les albacores (des plus petits aux plus grands capturés) et absent de celles du patudo. Ceci explique que la présence de ce parasite soit utilisé comme critère de différenciation spécifique entre l'albacore et le patudo, dans certaines clés de détermination des espèces (Blache et al., 1970).

Comme autre parasite souvent observé par les pêcheurs, nous signalerons les crustacés copépodes du genre Pennella et plus précisément P. crassicornis identifié par Baudin-Laurencin (1971). Ce parasite situé extérieurement dans les muscles dorsaux des albacores (et peut-être aussi des patudos) a l'apparence d'un tube cylindrique de plusieurs centimètres de long et de quelques millimètres de diamètre, ce qui conduit parfois un observateur non averti à le confondre avec une marque posée par des scientifiques.

Enfin nous signalerons que l'aspect de gelée que prend quelque fois la chair de l'albacore a parfois été attribué à l'action de protozoaires parasites (myxosporidies) du genre Chloromyxum ; cependant des bactéries peuvent parfois être à l'origine de ce phénomène (Baudin-Laurencin, com. pers.).

6.1.8.3. Listao

Les travaux de recherches sur l'infestation parasitaire du listao de l'Atlantique en général, et à fortiori sur les listaos de la zone intéressée par cet ouvrage (Atlantique tropical oriental) sont extrêmement rares ; de plus et à notre connaissance les observations qui ont été faites sont limitées à des genres ou familles de parasites bien précis (Simmons, 1969) ou bien n'intéressent que partiellement le listao. Il est donc inévitable de se tourner vers les travaux qui concernent les océans Pacifique et Indien (Silas, 1967; Silas and Ummerkutty, 1967; Yamaguti, 1968 et 1970; Chen and Yang, 1973; Cressey and Cressey, 1980) pour avoir un aperu global des espèces susceptibles d'infester le listao dans ces océans et par extension dans l'océan Atlantique.

Comme dans le cas de l'albacore et du patudo, le nombre des espèces reconnues comme parasites du listao s'élève à une cinquantaine ; certaines de ces espèces parasitent aussi l'albacore et d'autres thons. Ces parasites appartiennent aux familles déjà mentionnées pour l'albacore et le patudo à savoir : crustacés (copépodes), helminthes (trématodes, cestodes, nématodes, acantocéphales) et peuvent être observés sur ou dans toutes les parties du corps et des viscères de listao.

6.1.8.4. Conclusion

Outre les nombreuses incertitudes qui existent encore dans la systématique des parasites eux-mêmes, de nombreux points restent à éclaircir quant à l'inventaire de la faune parasitaire des thons et à l'effet des parasites sur la biologie (comportement, reproduction, croissance, mortalité...) des différentes espèces infestées. Il semble par ailleurs que dans certaines conditions quelques parasites des thons soient susceptibles d'infester l'homme, surtout dans le cas d'une consommation sans cuisson préalable, mais ces cas semblent très rares.

6.1.9. Les mélanges d'espèces au sein des bancs de thons

6.1.9.1. Introduction

L'analyse des livres de bord révèle que les mélanges d'espèces sont très fréquents dans les bancs qui sont exploités par les pêcheries thonières de surface (canneurs et senneurs, paragraphe 6.1.7). Les échantillons prélevés lors des débarquements montrent en outre que les informations notées par les patrons de pêche dans leurs livres de bord ne permettent guère de quantifier le mélange des espèces dans les calées; les petits albacores et patudos sont notamment très souvent déclarés comme des listaos.

Le problème de la composition spécifique des bancs est pourtant important en matière d'aménagement du fait que toute réglementation sur une espèce pourra agir sur les autres espèces de thonidés présentes et exploitées dans les mêmes bancs. Les seules données fiables pour étudier la composition spécifique des bancs seront celles recueillies par des scientifiques embarqués comme observateurs à bord des bateaux de pêche. Celles-ci portent sur deux flottilles : celle des canneurs basées à Téma, et celle des senneurs français et espagnols.

Les premières observations ont été publiées par Kume (1986), les secondes, non publiées à ce jour, correspondent à l'ensemble des observations scientifiques faites à bord des senneurs français et espagnols de 1981 à 1983, principalement dans le cadre de l'année listao.

6.1.9.2. Les canneurs de Téma

Les résultats concernant cette flottille (Kume, 1986) ont été obtenus à partir d'un échantillonnage dont la zone est située de part et d'autre du méridien de greenwich et comprise entre l'équateur et les côtes d'Afrique (figure 6.34). Les thons capturés par les canneurs de Téma sont presque exclusivement des thons de petite taille d'une longeur inférieure à 60 cm (figure 6.35). La représentation graphique de la fréquence des bancs exploités selon leur composition spécifique (figure 6.36) montre qu'il existe une certaine variabilité de ces fréquences avec une dominance des bancs plurispéciques. Les bancs mixtes incluant les trois espèces sont en moyenne les plus fréquents (61%) ; viennent ensuite les bancs mixtes de listao et d' albacore (25%), puis les bancs purs de listao (moyenne 11.6%); les bancs ayant d'autres compositions sont rares (moins de 3%).

6.1.9.3 Senneurs

Les seules informations détaillées sur la composition spécifique des coups de senne est celle fournies par les observateurs scientifiques embarqués sur les senneurs français, ivoiriens et espagnols de 1980 à 1983. La composition spécifique d'un échantillon de 244 coups de senne positifs (incluant les rejets) est ainsi connue dans le détail. Cet échantillon correspond à la capture de près de 4000 tonnes de thons (45,1% d'albacore , 46,1% de listao , 2,3% de patudo, 5,8% de divers) dont les lieux de capture sont indiqués sur la figure 6.37. Le bilan résumé de ces observations

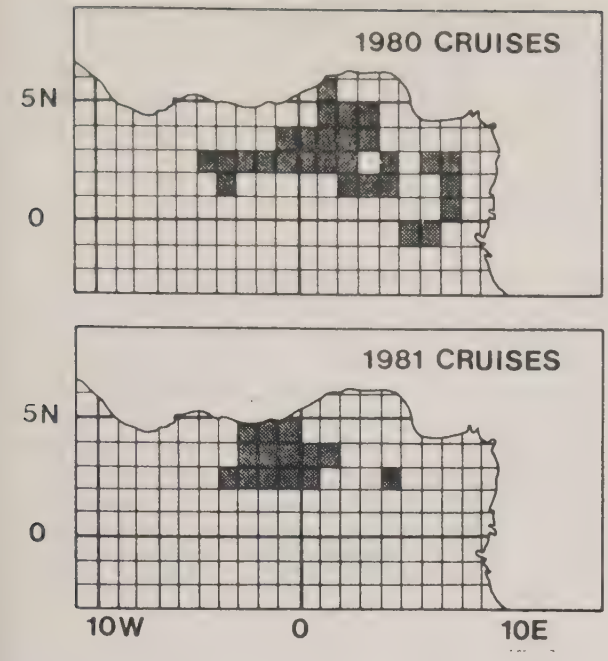
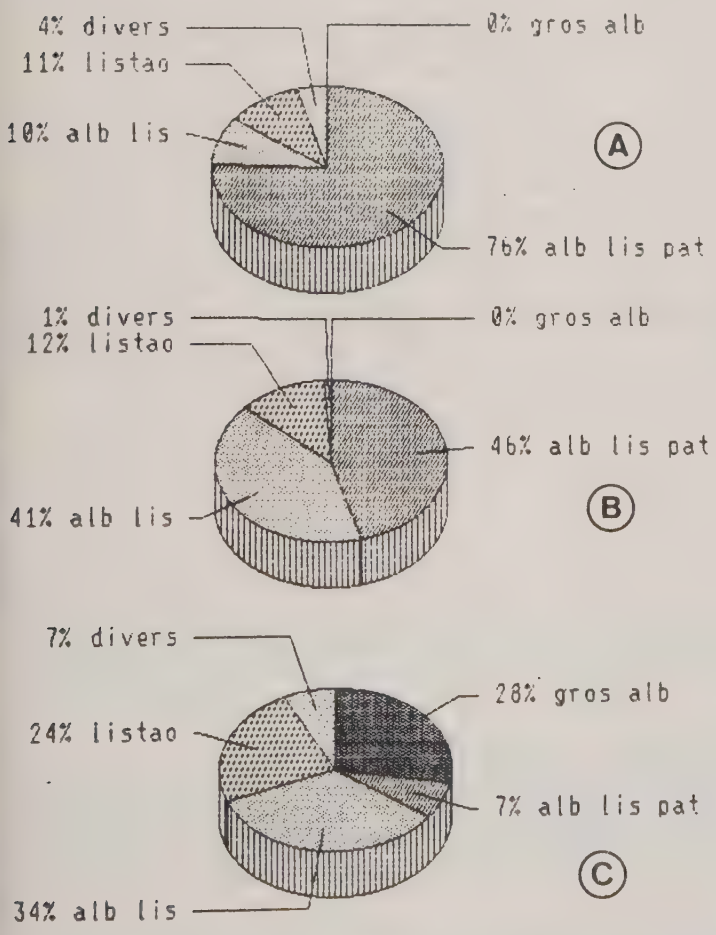


Figure 6.34 Zones de pêche échantillonnées en 1980 et 1981 par les canneurs japonais ayant à leur bord un observateur scientifique (d'après Kumé, 1986).



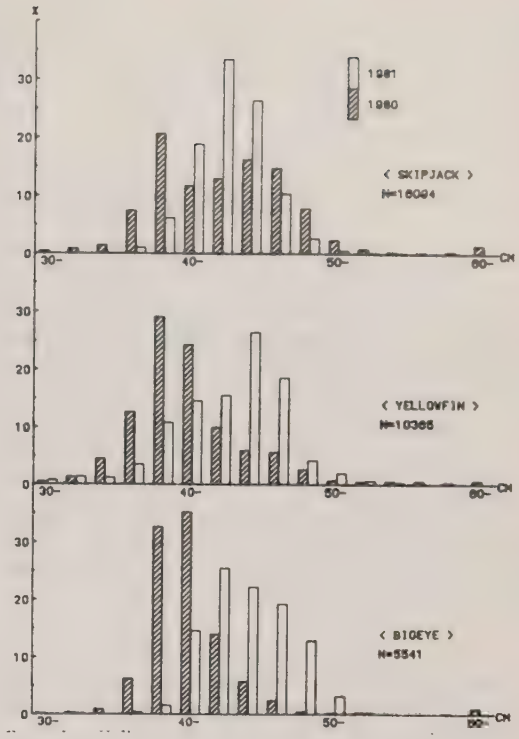


Figure 6.35 Distributions de fréquence de tailles des albacores, listaos et patudos capturés sur les canneurs japonais ayant à leur bord un observateur scientifique en 1980 et 1981 (d'après Kumé, 1986).

Figure 6.36 Compositions spécifiques des captures enregistrées par les observateurs scientifiques embarqués à bord des:

a) canneurs japonais, en 1980

b) canneurs japonais, en 1981

c) senneurs FIS et espagnols, de 1980 à 1982.

(tableau 6.17) montre l'importance de la fréquence des bancs ne contenant que de gros albacores (25% de l'échantillon), ou que des listaos (25%). Les bancs purs de petits albacores (5.5%), de patudos (un seul banc observé) ou de germons (trois bancs observés), sont par contre rares; ceux contenant diverses espèces en mélange sont les plus fréquents avec 41.3% des observations.

6.1.9.3 Discussion des résultats

Il semble exister une certaine analogie entre les observations faites sur les canneurs et les senneurs : la fréquence des bancs mixtes est importante pour les deux engins. Si l'on considère les mêmes gammes de taille pour les poissons capturés par les canneurs et par les senneurs (en excluant donc les calées pures de gros albacores réalisées seulement par les senneurs), il y a 89% de bancs exploités par les canneurs et 57,4% de ceux exploités par les senneurs de l'échantillon qui sont un mélange de diverses espèces. On note que les bancs de listaos purs sont plus fréquents dans l'échantillonnage des senneurs (33,3 % en excluant les gros albacores) que dans celui des canneurs (11,6%). Les bancs mixtes comprenants les trois espèces sont par contre plus rares chez les senneurs (12,7% des observations excluant les gros albacores) que chez les canneurs (61% des observations).

Ces différences dans les proportions des types de bancs peuvent être interprtées de diverses manières :

- tout d'abord les zones de pêche des deux engins sont très différentes (figure 6.34 et 6.37).
- en outre la composition spécifique déduite, comme ici, par l'analyse des captures réalisées par les canneurs ou les senneurs, ne correspond pas nécessairement à celle existant réellement au sein des bancs dans l'océan; la sélectivité de chaque engin de pêche peut en effet jouer et donner une image biaisée de la composition spécifique réelle des bancs.
- on ne peut pas exclure, enfin, la possibilité que les observateurs embarqués sur les senneurs aient parfois mal identifié les petits patudos en les confondant avec des albacores; en effet le faible pourcentage de patudos (2.3%) noté par les observateurs embarqués est bien inférieur à celui que l'on observe dans les débarquements (7.0% en 1981). Cette différence est d'autant plus surprenante que les zones de pêche des captures réalisées pendant la présence des observateurs sont en moyenne celles où les patudos sont le plus abondants (voir figure 4.12). Dans cette hypothèse d'une mauvaise identification spécifique des patudos il faudrait reconsidérer la présente analyse en tenant compte du fait que sous l'appellation "petits albacores" de petits patudos peuvent être inclus.

6.2. THONIDES MINEURS ET ESPECES VOISINES

6.2.1 Introduction

Dans l'Atlantique tropical-oriental, la biologie des thonidés mineurs et espèces voisines est très peu étudiée. Cela tient au peu d'importance généralement accordée à ces espèces, et aux difficultés d'échantillonnage des débarquements des pêcheries artisanales, principales pêcheries à exploiter ces espèces.

Pour la plupart de ces espèces, les conclusions obtenues proviennent essentiellement des travaux de Postel (1950). Toutefois, divers aspects relatifs à la biologie (reproduction, croissance), ont pu être complétés notamment pour la thonine et à des degrés moindres pour les autres espèces.

Nous présenterons ici les conclusions des études portant sur les différentes composantes de la reproduction, de la croissance, et de l'écologie de chacune des espèces dans la zone. Cependant il apparaît que

Tableau 6.17 Fréquence des types de bancs observés sur les senneurs.

TYPE DE BANC	Nombre de calées par classe de poids (tonnes)									TOTAL	
	0-19	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80+	Nb.	Tonnes
gros albacores	24	18	9	6	1	0	0	0	3	61	1084.8
petits albacores	8	2	2	0	0	0	0	1	0	13	161.5
listao	35	12	7	1	0	2	1	1	2	61	918.6
albacore+listao	28	27	7	7	2	1	0	2	1	75	1315.7
patudo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5.0
albacore+patudo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9.0
germon	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.0
alb.+list.+pat.	12	6	1	0	2	1	0	0	0	22	286.3
autres	3	2	1	1	0	0	0	0	0	7	99.0
total	115	67	27	15	5	4	1	4	6	244	3888.9

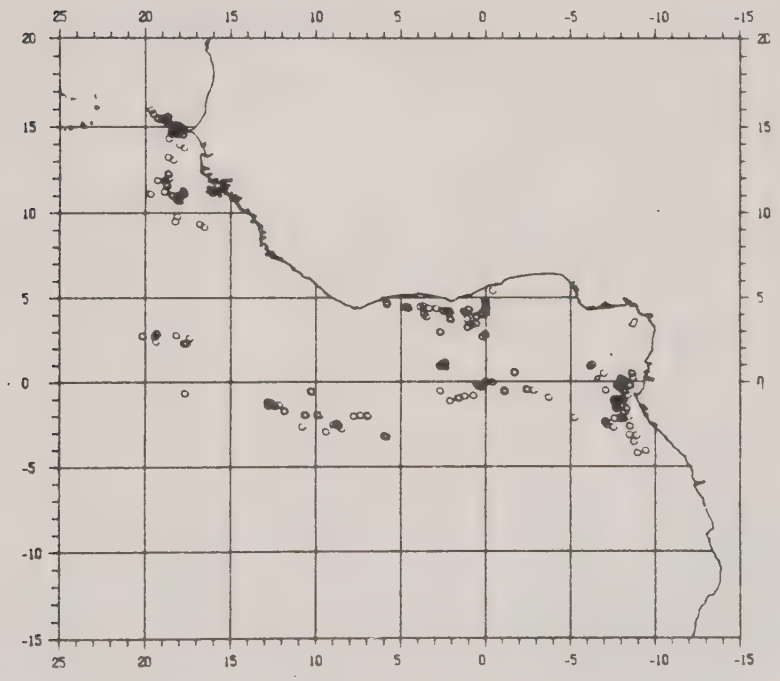


Figure 6.37 Répartition géographique des coups de senne échantillonnés par les observateurs embarqués de 1980 à 1982 sur les senneurs FIS et espagnols.

même en certains points où les analyses sont les plus poussées un important travail de recherches reste à faire sur ces espèces qui sont de plus en plus exploitées dans la zone.

6.2.2 Thonine (Euthynnus alleteratus)

6.2.2.1. Reproduction

6.2.2.1.1. Sexualité

Chez la thonine, les sexes sont séparés, les gonades mâles ont un poids relatif supérieur aux gonades femelles. Postel (1955), Diouf (1980).

6.2.2.1.2. Maturation des gonades

Frade et Postel (1955) ont réalisé des coupes de glandes génitales chez les thonines de différentes tailles pêchés au Cap Vert. Ils notent que la spermatogénèse est très active en mars chez les mâles. Elle se généralise de juin à septembre. Les produits sexuels ne sont pas émis en une seule fois; la ponte est fractionnée. Le processus de maturation des gonades femelles évolue avec l'augmentation de la taille des ovocytes; la maturation s'étend de juin à août.

6.2.2.1.3. Taille à la première maturité

La taille à la première maturité de la thonine a souvent été définie comme la taille du plus petit individu observé en état de ponte (Postel, 1955; Marchal, 1963), mais aussi comme la taille à laquelle 50 % des individus sont capables de se reproduire (Diouf, 1980). Les résultats obtenus en Atlantique tropical oriental et dans le golfe de Guinée sont représentés dans le tableau ci-dessous. Cette taille, dans la zone, est d'environ 42 cm pour les mâles et pour les femelles.

AUTEURS ZONE	Postel (1955) CapVert(Sénégal)	Marchal (1963) golfe de Guinée	Chur (1975) golfe de Guinée	Diouf(1980) Sénégal
Mâles Femelles	386 mm 397 mm	442-447 mm	440 mm 428 mm	410 mm 430 mm

6.2.2.1.4. Périodes et zones de reproduction

Au Sénégal, Diouf (1980), à partir des variations du RGS, fixe la période de reproduction de mai à novembre avec deux maxima : en juin et septembre-octobre . La période de ponte des jeunes femelles (mai-novembre) serait plus étalée que celle des individus agés. (fig. 6.39). Dans le golfe de Guinée, la reproduction s'étend d'octobre à juin (Marchal 1963; Kazanova. 1960; Alekseev et Alekseeva, 1979; Rudomiotkina, 1985). Frade (1955) et Da Costa et Frade (1958) trouvent que les thonines de Sao Thomé et Principe se reproduisent d'octobre à décembre. Au sud du golfe de Guinée, les observations sont encore très fragmentaires. Toutefois au Congo, et en Angola, la reproduction s'observe de janvier à juin (Chur, 1977; Rudomiotkina, 1985).

La thonine se reproduit pendant la période de l'année où les eaux sont chaudes et salées et il apparait au vu des différentes conclusions que la période de ponte semble être d'autant plus longue que la saison chaude est plus étendue. Par ailleurs, la ponte s'effectue dans les zones côtières de

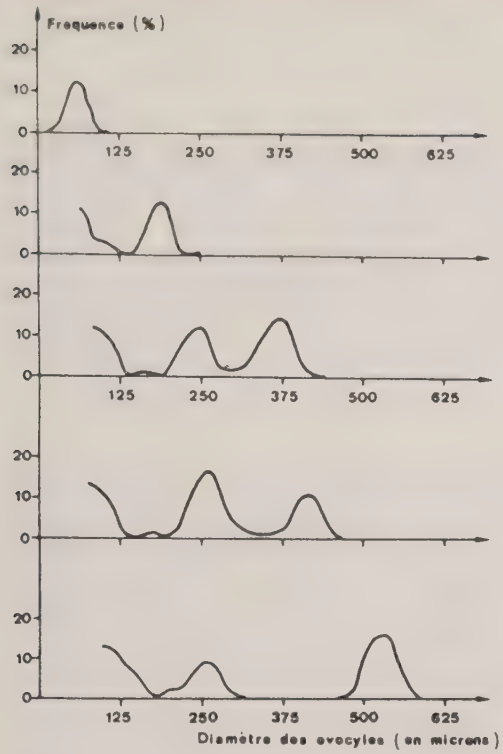


Figure 6.38 Phases de maturation des ovocytes de thonine (Euthynnus alletteratus).

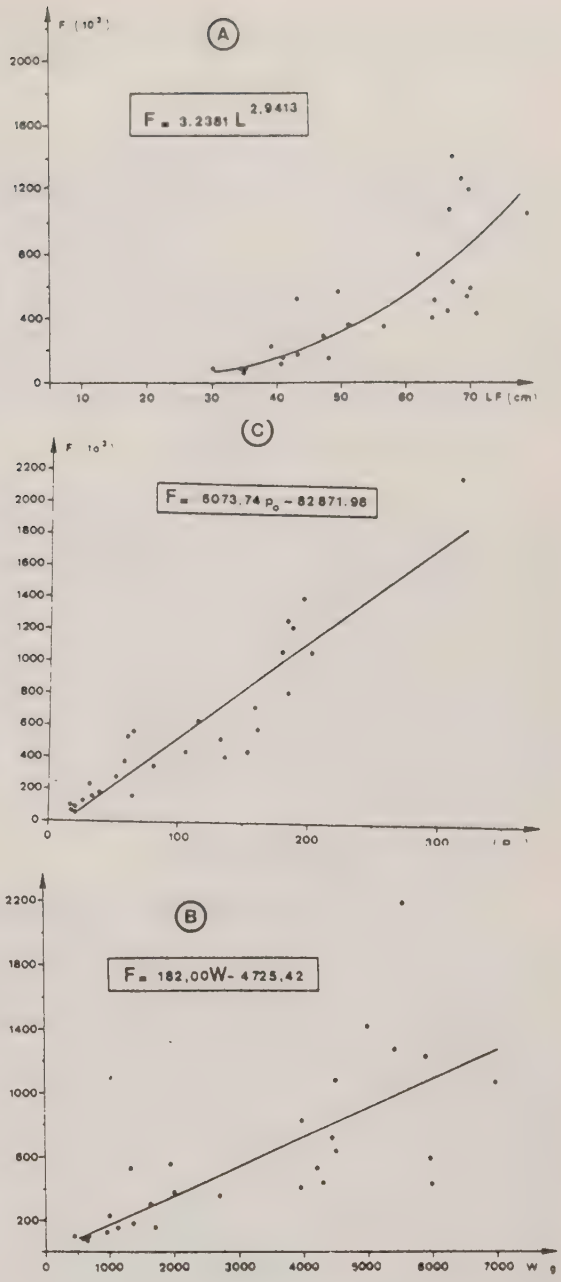


Figure 6.39 Thonine (Euthynnus alletteratus), relations:

a) fécondité (F) - longueur à la fourche (LF)
b) fécondité (F) - poids du corps (P)
c) fécondité (F) - poids des ovaires (Po)

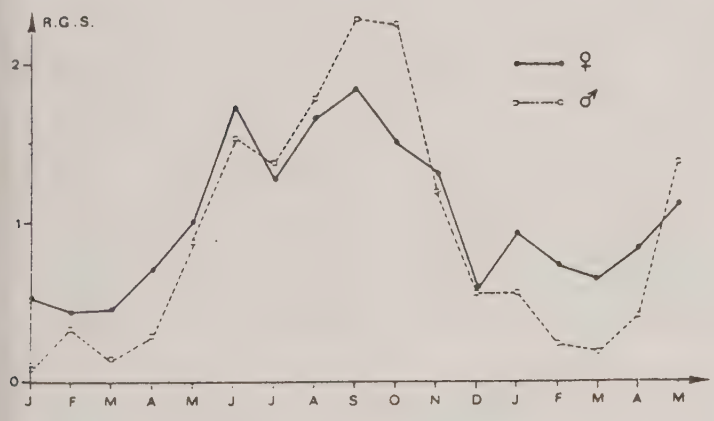


Figure 6.40 Evolution du RGS moyen mensuel chez les mâles et les femelles de thonine.

l'ensemble de la zone de distribution des adultes (Conand, 1968; Caverivière et al., 1976 et 1980)

6.2.2.1.5. Fécondité

La fécondité partielle individuelle, définie comme le nombre d'ovocytes du dernier mode présents dans l'ovaire juste avant un acte de ponte, varie de 70000 à 2200000 oeufs dans l'intervalle de taille échantillonné (300 à 785 mm) des thonines capturées au Sénégal (Diouf, 1980). Le nombre d'émissions d'oeufs dans l'année est encore inconnu, aussi la fécondité totale individuelle est indéterminée. Les relations fécondité partielle, longueur des femelles, poids des femelles et poids des ovaires à partir d'un échantillon de 28 individus pêchés au Sénégal ont été établies par Diouf (1980) (figure 6.40).

6.2.2.1.6. Sex-ratio

Le sex-ratio des thonines capturées au Sénégal montre que globalement (toutes tailles confondues) le nombre de mâles est égal au nombre de femelles quelque soit le mois considéré (Postel, 1955; Diouf, 1980) (figure 6.41). Chur (1973) à partir des échantillons collectés dans l'Atlantique tropical oriental, a estimé qu'il y a plus de mâles que de femelles, mais il est probable qu'il y ait des imprécisions dans la détermination des sexes surtout chez les jeunes individus. Le sex-ratio en fonction de la taille montre que la proportion de femelles diminue avec la taille (Postel, 1955; Diouf, 1980). Au delà de 810 mm tous les individus examinés sont des mâles (Diouf, 1980), figure 6.42. Il n'y a pas d'informations pour le golfe de Guinée.

6.2.2.2. Croissance

6.2.2.2.1. Croissance en longueur

Postel (1955) a entrepris une étude de la croissance à partir de l'analyse des distributions de fréquence de taille de 906 individus pêchés au Sénégal. Cayré et Diouf (1980, 1983) ont déterminé l'âge et la croissance des thonines pêchées dans la même zone à partir de coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale. Vialov et al., (1985) ont étudié à partir de la même technique, la croissance des thonines pêchées en Atlantique tropical-est (figure 6.43); ces différents résultats sont présentés dans le tableau 6.18. Ils sont très comparables pour les âges compris entre 1 et 3 ans mais sont très différents de ceux de Postel (1955) notamment au delà de un an. Ces divergences sont dues aux méthodes employées. La méthode de Petersen appliquée par Postel sur des échantillons provenant de la zone sénégalaise ne donne pas de bons résultats en raison de la mauvaise représentation des individus de tailles intermédiaires dans ses échantillons.

Le taux de croissance actuellement estimé pour la thonine est d'environ 8 cm/an de 1 à 5 ans ; à partir de cet âge ce taux n'est que de 3 cm/an (Cayré et Diouf, 1983).

6.2.2.2.2. Longévité

Le plus grand spécimen mesuré en Atlantique tropical oriental est de 960 mm de longueur à la fourche (Diouf, 1980). Dans la même zone, Cayré et Diouf (1983) ont montré qu'un individu de 802 mm aurait 8 ans. La longévité de la thonine peut donc être estimée à environ une dizaine d'années.

6.2.2.3. Rassemblement en bancs

Les thonines se regroupent en bancs de forme elliptique pouvant avoir 30 m de longueur de grand axe (Marchal, 1963) ou forment des concentrations de plus de 100 m de diamètre (Chur, 1975). Ces bancs peuvent être purs ou

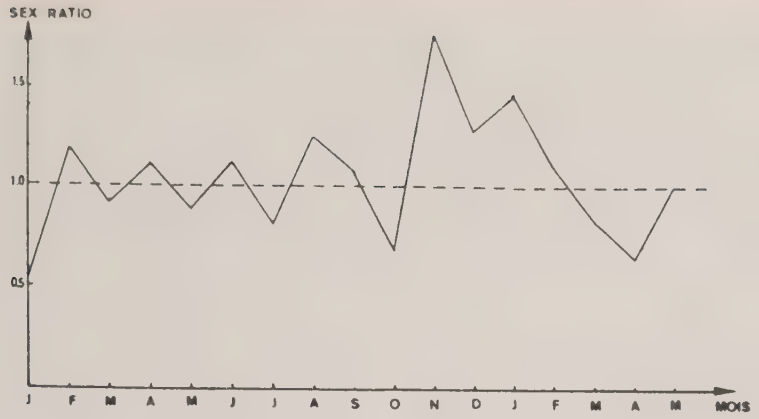


Figure 6.41 Variations mensuelles du sex ratio chez la thonine.

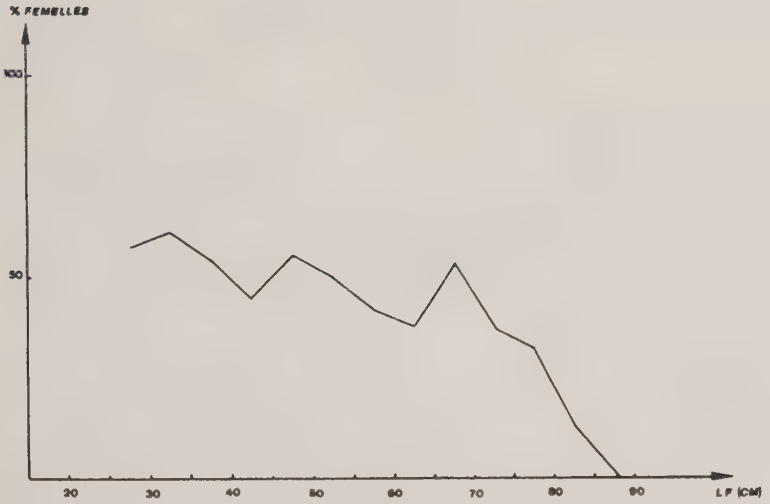


Figure 6.42 Variations du pourcentage de femelles en fonction de la taille chez la thonine.

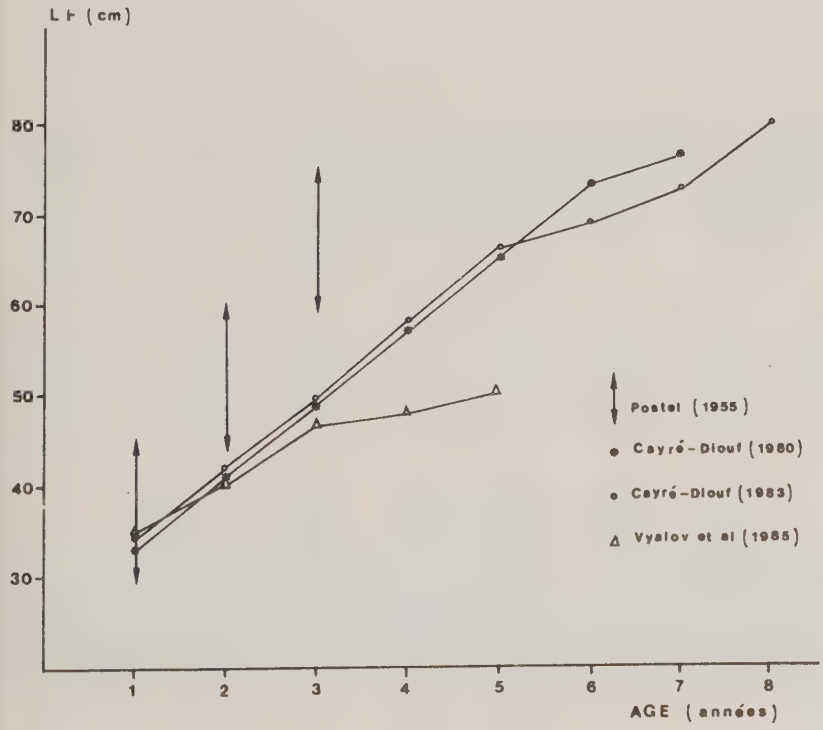


Figure 6.43 Courbe de croissance de la thonine (Euthynnus alletteratus) obtenues par différents auteurs selon diverses méthodes (cf. texte).

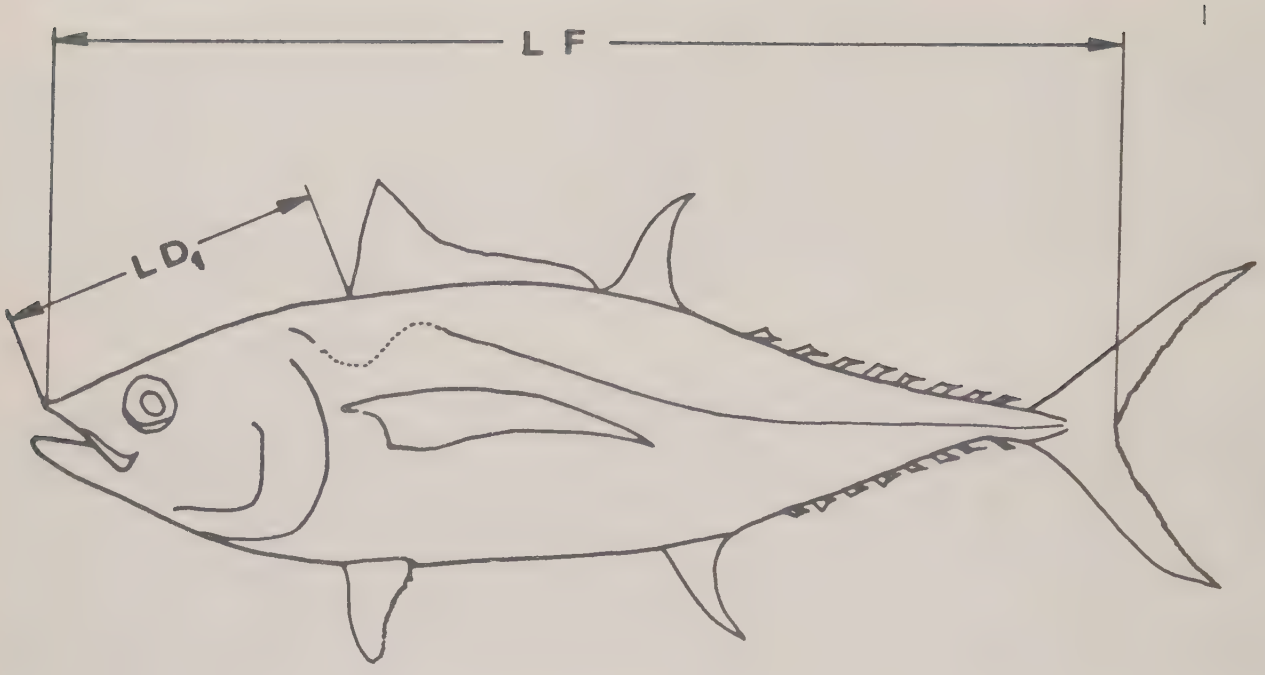


Figure 6.44 Méthodes de mensuration des thonidés :
LF = longueur à la fourche
LD_1 = longueur pré dorsale

Tableau 6.18 Relation entre l'âge et la taille de la thonine (Euthynnus alletteratus) de l'Atlantique tropical oriental obtenues par différents auteurs selon diverses méthodes.

AUTEURS	POSTEL (1955)	CAYRE et DIOUF (1981)	CAYRE et DIOUF (1983)	VYALOV et al.,(1985)
METHODES	PROGRESSION MODALE	LECTURE DIRECTE	LECTURE DIRECTE	LECTURE DIRECTE
AGES (années)	LF(cm)	LF(cm)	LF(cm)	LF(cm)
	< 30			
1		32.9	33.4	34.6
	30-45			
2		41.1	41.9	40.4
	45-60			
3		49.2	49.6	46.9
	60-75			
4		57.4	58.3	48.3
	> 75			
5		65.6	66.2	50.3
6		73.6	69.3	
7		77.0	73.1	
8			80.2	

mixtes; dans la zone située au large du Sénégal, les thonines sont souvent associées à des bonites à dos rayé en saison froide et à des auxides et des maquereaux bonites en saison chaude (Diouf, 1980). Les bancs plurispécifiques de thonidés (albacore, listao, patudo) de petite taille de la zone côtière du golfe de Guinée comportent de la thonine, alors que dans la zone extérieure du holfe et dans les eaux du large, la thonine y est absente. Aucune analyse fine de la taille des bancs n'a été faite, mais à partir des coups de senne réalisés au Sénégal, et d'après Marchal (1963), il semble que la taille du banc est d'autant plus petite que la taille des individus qui le composent est plus grande.

6.2.2.4. Nutrition et comportement alimentaire

La thonine a une nourriture très variée et s'intéresse à toutes les proies qui se présentent à elle, bien qu'elle manifeste une certaine préférence pour les espèces pélagiques (Postel, 1955; Marchal, 1963; Klawe, 1961; Diouf, 1980). Toutefois, il semble que le régime alimentaire varie selon la taille de la thonine; Chur (1975), Bullis (1967), Wicklund (1968) ont décrit chez la thonine, les techniques d'approche et d'attaque des proies. Ils notent que l'alimentation se fait pendant le jour.

6.2.2.5. Prédateurs

Les prédateurs de la thonine sont les requins et les grands pélagiques (grands thonidés, marlins et voiliers...). Les formes larvaires et les juvéniles sont rencontrés dans les estomacs de gros albacores (Postel, 1954; Zavala Camin et Seckendorf, 1979), et de listao (Klawe, 1961). Des cas de cannibalisme sont également notés par Postel (1954), et Klawe (1961).

6.2.2.6. Parasites

Postel (1954) note que la thonine est parasitée par divers copépodes et trématodes localisés dans la cavité générale et dans les branchies. Il note que c'est l'espèce la plus parasitée parmi les thons qu'il a examinés. Mis à part ces observations anciennes et très incomplètes aucune étude détaillée de l'infestation parasitaire de la thonine de l'Atlantique n'a été entreprise.

6.2.2.7. Physiologie et réponses au stimuli

Carey et al. (1974) ont montré que les thons, dont la thonine, possèdent un système leur permettant de conserver la chaleur métabolique ce qui explique que la température centrale de leur corps soit plus élevée que celle de l'eau environnante (cf. 6.1.6).Toutefois, Sharp et Dizon (1978) ont montré que ce système de chaleur est moins développé chez la thonine que chez les autres grands thonidés tropicaux (albacore, listao et patudo : paragraphe 6.1.6).

La thonine présente un phototactisme positif pour les intensités modérées, et négatif pour les intensités plus fortes. L'espèce réagirait aussi à des sons complexes de basse fréquence, ce phénomène aurait des effets sur la formation des bancs et l'attraction des mattes (Roux, 1960; Bercy, 1985).

6.2.2.8. Association avec épaves

Wickham et al., (1973) ont montré que les thonines ne sont pas attirées par les épaves en mer, mais plutôt par la présence d'organismes dont elle se nourrissent qui sont attirés par ces épaves. Des rassemblements de thonines s'observent autour des épaves de bateaux situées à quelques milles de la côte, en face de Dakar (Diouf, 1985).

6.2.3.Auxide (Auxis sp.)

6.2.3.1. Reproduction

6.2.3.1.1. Sexualité

Comme chez tous les scombridés, les sexes sont séparés et il n'existe aucun caractère extérieur permettant de distinguer les mâles des femelles.

6.2.3.1.2. Maturation des gonades

Au Sénégal, Postel (1950) et Frade et Postel (1954) à partir de l'étude des index de maturité (RGS) et des coupes de gonades, ont montré qu'en décembre et avril, les individus examinés sont immatures ou en repos sexuel. En juin les spermiductes sont remplis de spermatozoides. Ils estiment que la maturation intervient lorsque le poids des gonades atteint 2 % du poids total du corps.

6.2.3.1.3. Taille à la première maturité

Konstantinova et Chur (1976) ont trouvé chez Auxis thazard de l'Atlantique Est que la taille à la première maturité est de 30cm ; chez Auxis rochei, elle est de 20 cm selon Chur (1977).

6.2.3.1.4. Périodes et zones de reproduction

Dans le golfe de Guinée, Caverivière et al., (1976, 1980), Alekseev et al., (1980), Rudumiotkina (1984) ont montré que l'intensité de la reproduction d' Auxis sp. est maximum pendant l'été austral (mai-juin). Elle dure d'avril à septembre en Sierra Léone, de septembre à mars au Congo et en Angola. Frade et Postel (1955), Conand (1970) notent que la période de ponte au Sénégal se situe de juin à novembre. La ponte a lieu dans les eaux chaudes ($t > 24^{\circ}C$) sur toute la zone de distribution de l'espèce, près des côtes, sur le rebord et au-dessus du plateau continental.

6.2.3.1.5. Fécondité

Les informations relatives à la fécondité en Atlantique Est proviennent des auteurs russes (Chur, 1977; Konstantinovo et Chur, 1976; Vyalov et al., 1979). Ils estiment qu'Auxis sp. a une fécondité moyenne de quelque 600000 oeufs. Par ailleurs Silas (1969) et Collette et Naunen (1983) ont trouvé que Auxis sp. peut pondre plus d'un million d'oeufs par an, mais Auxis thazard serait plus fécond qu'Auxis rochei. Auxis sp. apparait ainsi comme une espèce très féconde ce qui pourrait expliquer les observations selon lesquelles les larves d'auxides seraient plus abondantes que toutes les autres larves de scombridés réunis (Chapman, 1960, in Williams, 1960).

6.2.3.1.6. Sex-ratio

Le sex-ratio est très peu étudié en Atlantique tropical oriental et dans le golfe de Guinée. Postel (1950) a estimé qu'au Sénégal le sex-ratio est voisin de 1.

6.2.3.2. Age et croissance

6.2.3.2.1. Croissance en longueur

La croissance de Auxis thazard a été étudiée en Atlantique équatorial par Grudtsev et Korolevich (1985) à partir de coupes de rayon épineux de la première nageoire dorsale. Ils ont établi un tableau de correspondance âge-taille à partir de lectures de coupes d'épines et à partir de l'équation de Von Bertalanffy calculée sur les données de lecture rétrocalculées de ces mêmes épines.

Age (Années)	1	2	3	4
Taille (LF cm) obtenues par lecture directe	22.86	30.41	36.66	40.36
Taille (LF cm) obtenues à partir de l'équation	22.85	30.69	36.38	40.51

L'équation de la courbe de croissance est:

$$L_t = 51.47\ (1-e^{-0.32\ (t-0.83)})$$

Chur (1977) a estimé que A. rochei présente une croissance plus lente que celle de A. Thazard. A un an, Auxis rochei atteindrait une taille de 17 cm. (Hotta, 1955).

6.2.3.2.2. Longévité

Morice (1953) note que la taille du plus grand individu mesuré en Atlantique tropical oriental est de 65 cm mais les individus pêchés dépassent rarement 50 cm. Toutefois, les données historiques collectées sur les senneurs opérant dans la zone montrent qu'une large gamme de tailles était exploitée, de 35 à 60 cm de longueur à la fourche. Ces observations jointes aux résultats sur la croissance suggérent que Auxis sp. pourrait vivre environ 5 ans.

6.2.3.3. Rassemblement en bancs

Les auxides se regroupent en bancs monospécifiques composés d'individus de même taille. Ces bancs sont constitués de 100 à 300 individus selon Williams (1960) ou de plus de 1000 individus selon Wheeler et Ommaney (1959). Les bancs peuvent aussi être mixtes, associés à d'autres thonidés de même taille. En zone côtière, les auxides sont souvent associées aux thonines alors que dans les zones du large, elles forment plutôt des bancs mixtes avec les listaos, les albacores et les thons obèses juvéniles (Stretta, com. pers.). Les poissons de petite taille forment des bancs en surface et se déplacent plus rapidement que les poissons de grande taille (Morita, 1972).

6.2.3.4. Nutrition et comportement alimentaire

Très peu de données sont disponibles sur la qualité et la quantité de nourriture des auxides dans la région. Postel (1950) a trouvé des anchois dans les estomacs d'Auxis sp. examinés. Ailleurs, de nombreuses observations montrent que Auxis sp. se nourrit préférentiellement de petits pélagiques, mais aussi de crustacés, mollusques et céphalopodes. Kumaran (1964), Uchihashi (1953) ont montré que Auxis rochei trouve sa nourriture non pas seulement par la vue, mais aussi grace à sa ligne latérale.

6.2.3.5. Prédateurs

Les études menées dans le pacifique notamment, ont montré que Auxis sp. aux différents stades de son développement représente une fraction importante de la nourriture des thonidés majeurs (Olson, 1982). En Atlantique tropical oriental, Postel (1955) a rencontré des auxides dans les estomacs d'albacore et de thonine pêchés au large de Dakar. Williams (1960) a trouvé en Afrique orientale des spécimens d'Auxis thazard dans l'estomac de Makaire. Collette et Nauen (1983) signalent de fréquents cas de cannibalisme. Klawe (1963) note que les tailles des auxides trouvés dans les estomacs des thonidés varient de 60 à 125 mm, mais qu'elles peuvent atteindre plus de 320 mm dans ceux des prédateurs de grande taille, (Watanabe, 1964).

6.2.3.9. Mortalité naturelle

Aucune donnée n'est disponible en Atlantique oriental. Cependant, compte tenu de l'importance des larves rencontrées et de l'apparente abondance des adultes dans la zone, on peut estimer que la mortalité naturelle larvaire doit être élevée, d'autant plus que plusieurs études ont montré que les larves et juvéniles d'Auxis sont les proies fréquentes des grands prédateurs pélagiques.

6.2.4. Bonite à dos rayé (Sarda sarda)

6.2.4.1. Reproduction

6.2.4.1.1. Sexualité

Chez la bonite à dos rayé les sexes sont séparés. Toutefois, un cas d'hermaphrodisme a été observé chez cette espèce en méditerranée (Rey com.pers.).

6.2.4.1.2. Maturation des gonades

Frade et Postel (1955) à partir de coupes histologiques de gonades d'individus capturés au Sénégal, ont montré que chez les mâles, la spermatogenèse, généralisée de février à avril est encore active en juin, les spermiductes étant , pour la plupart, remplis de spermatozoïdes. Chez les femelles, les oeufs en cours de ponte en février- mars montrent un comblement des follicules vides et la résorption de nombreux oeufs atrésiques dont on ne trouve plus que des vestiges en avril. La ponte est fractionnée et l'intervalle de temps entre les émissions successives est encore trés mal connu. Pour Rey et al. (1983), il y aurait deux émissions par an en Atlantique nord-est.

6.2.4.1.3. Taille à la première maturité sexuelle

La taille à la première maturité, définie comme le plus petit spécimen observé en état de ponte, est de 392 mm chez les mâles et 370 mm chez les femelles (Postel, 1955).

6.2.4.1.4. Périodes et zones de reproduction

Postel (1955) et Frade et Postel (1955) ont montré, à partir de l'évolution de l'index de maturité (RGS) et de coupes histologiques des ovaires de bonite à dos rayé, que la période de reproduction au Sénégal se situe de décembre à mai ; elle est plus active en janvier et en avril. Elle est en avance (novembre à mai), et donc plus longue, chez les individus agés. Pour le golfe de Guinée on ne dispose pas d'informations. La ponte a lieu généralement près des côtes.

6.2.4.1.5. Fécondité

La fécondité de Sarda sarda est très peu étudiée dans la zone. Postel (1955) a estimé qu'elle est de 900000 oeufs pour un individu de 60 cm pêché au Sénégal. Ces résultats sont très proches de ceux trouvés par Rey et al., (1983) chez les individus de même taille en Atlantique nord-est.

6.2.4.1.6. Sex-ratio

A partir d'échantillons recueillis au large du Sénégal, Postel (1955) trouve que le nombre de mâles est identique à celui des femelles quelque soit la taille des individus considérés. Il n'y a pas de données pour le golfe de Guinée.

6.2.4.2. Croissance

6.2.4.2.1. Croissance en longueur

Postel (1955) à partir de l'analyse des fréquences de taille de 852 bonites à dos rayé pêchées au Sénégal a obtenu la relation âge-taille suivante:

Poissons de moins de un an	taille inférieure à 45 cm
Poissons de 1 à 2 ans	45 - 60 cm
Poissons au dessus de 2 ans	taille supérieure à 60 cm.

La croissance, extrêmement rapide au cours de la première année, ralentit ensuite pour les poissons ayant atteint la taille à la première maturité (40 cm de LF).

Rey et al., (1983) ont trouvé des résultats comparables en Atlantique nord-est, à partir des coupes des pièces osseuses ; l'équation de leur courbe de croissance est la suivante :

$$Lt=80.87(1-e^{-0.352\ (t+1.7)})$$

6.2.4.2.2. Longévité

Le plus grand spécimen rencontré en Atlantique tropical oriental à une taille de 761 mm (Fowler, 1936). Des individus d'une taille supérieure à 660 mm sont mentionnés par plusieurs auteurs (Cadenat, 1950; Postel, 1955 et Diouf, 1980). Les études les plus récentes indiquent que l'âge correspondant à ces tailles maximales observées est de 5 ans.

6.2.4.3. Rassemblement en bancs

La bonite à dos rayé est un poisson formant des bancs de dimensions variables. Les bancs les plus côtiers sont constitués d'individus de petite taille. Les bancs sont mixtes, composés de thonine et d'auxides, ou monospécifiques formés de bonite à dos rayé de même taille. Ces rassemblements peuvent être d'ordre trophique ou génétique (Rey et al., 1983). Les rassemblements autour des épaves sont également observés au Sénégal (Diouf, 1985). Les bancs peuvent se défaire et des individus originaires d'un même banc et de même classe d'âge ont pu être retrouvés dans 2 bancs différents distants de 600 milles l'un de l'autre (Rey et al., 1983).

6.2.4.4. Nutrition et comportement alimentaire

Postel (1954) a analysé les contenus stomacaux de 588 bonites à dos rayé pêchées en Atlantique et en a conclu que les clupéidés et les ammodytidés constituent la base de l'alimentation de l'espèce. La bonite à dos rayé recherche sa nourriture tôt le matin et le soir, généralement en zone côtière.

6.2.4.5. Prédateurs

Aucune étude n'a été menée dans la zone d'étude mais les grands pélagiques prédateurs, notamment les thons, sont certainement des prédateurs de bonite (Zavala Camin et Sleckendorf, 1979). Des cas de cannibalisme ont été observés en Mer Noire (Berg et al., 1949).

6.2.4.6. Parasites

Postel (1954) après autopsie de 588 bonites à dos rayé pêchées au Sénégal a montré que les larves plerocercus de Callitetrarhyncus gracilis (Rudolphi) localisées dans la cavité générale, et des adultes de Livoneca sp. dans les branchies sont des parasites connus de cette espèce.

6.2.4.9. Mortalité naturelle

Pas de données en Atlantique tropical oriental, mais Rey et al., (1983) ont estimé à 1.32 la mortalité naturelle en Atlantique nord-est à partir des données de marquage. Ces auteurs concluent toutefois que des études plus fines doivent être menées afin de mieux préciser cette valeur.

6.2.5. Maquereau bonite (Scomberomorus sp.)

6.2.5.1. Reproduction

6.2.5.1.1. Sexualité

Les sexes sont séparés. les gonades femelles ont un poids légérement supérieur à celui des gonades mâles.

6.2.5.1.2. Maturation des gonades

Au Sénégal la période de maturité s'étend d'avril à octobre ; le RGS est alors égal ou supérieur à deux. Frade et Postel (1955) ont montré qu'au cours de la maturation, les ovocytes d'environ 280 u en mars atteignent 600 u en juin lorsqu'ils sont mûrs. Chez les mâles, la spermatogenèse s'amorce et se généralise à partir d'avril, les conduits séminifères sont remplis de spermatozoïdes en juin.

6.2.5.1.3. Taille à la première maturité

Postel (1955) a défini la taille à la première maturité comme la taille du plus petit spécimen dont le poids des gonades représente 2 % du poids du corps. Il a trouvé chez le mâle qu'elle est de 448 mm, et de 454 mm chez la femelle.

6.2.5.1.4. Périodes et zones de reproduction

Postel (1955) et Frade et Postel (1955) notent que la ponte au Sénégal débute en avril-mai, passe par un maximum en juin et se termine en septembre-octobre. Conand (1970) a montré que l'espèce s'y reproduit en août. Marchal a observé des mâles et femelles en reproduction en octobre au large de la Guinée. Zhudova (1969) a collecté des larves au large d'Abidjan et de Monrovia en septembre, décembre, février et mars. Le maquereau bonite se reproduit donc sur toute son aire de distribution lorsque les eaux sont chaudes.

6.2.5.1.5. Fécondité

Postel (1955) a trouvé que la fécondité maximum d'une femelle de 95 cm est d'environ 1 million d'oeufs. Cette valeur correspond à la fécondité relative individuelle. Le nombre d'émissions d'oeufs est inconnu.

6.2.5.1.6. Sex-ratio

Le nombre de femelles est largement supérieur au nombre de mâles. Postel (1955) et Diouf (1980) ont montré à partir des échantillons collectés au Sénégal que le sex-ratio est supérieur à 2. Chez les femelles, la taille varie de 402 à 975 mm, chez les mâles de 427 à 835 mm. La proportion de femelles augmente avec la taille (Postel, 1955).

6.2.5.2. Croissance

6.2.5.2.1. Croissance en longueur

La croissance en longueur du maquereau bonite a été étudiée par Postel (1955) à partir de l'analyse des distributions de fréquence de taille de 812 individus capturés au Sénégal. Il note que la taille des juvéniles de sexe indéterminé est d'une dizaine de cm fin août, elle passe à 25 cm en octobre puis à 35 cm en novembre, soit un taux de croissance d'environ 25 cm en 3 mois. A partir de la distribution de fréquence des adultes pêchés dans la même zone, Postel (1955) a estimé la croissance des mâles et des femelles:

AGE	Longueur à la fourche (cm)	
	Mâles	Femelles
< 1 an	< 50 cm	< 55 cm
1 à 2 ans	50-60 cm	55-65 cm
2 à 3 ans	60-70 cm	65-75 cm
3 à 4 ans	> 70 cm	75-85 cm
> 4 ans	" "	> 85 cm

Les femelles, dès la première année, atteignent une taille supérieure à celle des mâles, avantage qu'elles conservent par la suite d'une façon constante. Ce dimorphisme de croissance entre les mâles et les femelles a aussi été observée chez S. Cavalla (Johnson et al., 1980).

6.2.5.2.2. Longévité

Le plus grand spécimen rencontré en Atlantique tropical oriental a une longueur à la fourche de 100 cm (Diouf, 1980). Postel (1955) estime que les poissons de taille supérieure à 85 cm dans la zone ont plus de 4 ans. En l'absence d'études précises sur l'âge de S. tritor en Atlantique Est et compte tenu des conclusions ci-dessus et de la taille maximum observée, le maquereau bonite semble avoir une longévité d'au moins 5 ans.

6.2.5.3. Rassemblement en bancs

Les maquereaux bonite pêchés au Sénégal sont regroupés en bancs souvent associés à d'autre espèces ; en saison chaude, ils sont pêchés en même temps que la thonine, mais aussi avec les maquereaux et chinchards dont ils sont les prédateurs. Au large de la Mauritanie, l'espèce est associée à la palomette (Orcynopsis unicolor). Aucune étude sur la taille des bancs et le déterminisme de la formation des bancs n'a été menée dans la zone d'étude.

6.2.5.4. Nutrition et comportement

S. tritor se nourrit essentiellement de clupeidés (sardinelles), de mugilidés (Mugil sp.), de carangidés et d'ammodytides (Postel, 1955).

Fagade et Olaniyan (1974) notent que l'espèce se nourrit abondamment d'ethmaloses (Ethmalosa fimbriata) dans la lagune de Lagos.

6.2.5.5. Prédateurs

Aucune information n'est disponible au niveau de la zone mais les grands pélagiques et les requins seraient des prédateurs de S. tritor.

6.2.5.6. Parasites

Postel (1955) a trouvé sur 286 maquereaux bonites pêchés au large de Dakar, des larves plerocercus de Callitetrahyncus gracilis (Rudolphi) localisés dans la cavité générale des individus examinés.

6.2.6 Autres espèces

Dans ce chapitre sont regroupées les espèces pour lesquelles très peu d'informations sont disponibles dans la zone d'étude. Les résultats présentés sont, pour l'essentiel préliminaires mais constituent des références pour ceux qui s'intéresseraient aux aspects qui y sont développés.

6.2.6.1. La palomette (Orcynopsis unicolor)

Reproduction : Au Sénégal la ponte a lieu à partir de mai (Frade et Postel, 1954; Postel 1956), près des côtes. La fécondité est d'environ 600000 oeufs pour une femelle de 6 kg. (Postel, 1956). La ponte est fractionnée.

Croissance : Pas de données, mais les observations de Postel (1956) semblent montrer un différence de croissance entre les mâles et les femelles.

Longévité : Pas de données, mais la taille du plus grand individu mesuré à Dakar est de 107 cm (LF) pour un poids de 12.4 kg (Postel, 1956); il pourrait atteindre 130 cm (Seret et Opic, 1981).

Sex-ratio : Postel (1956) à partir de 189 individus examinés a montré que le sex-ratio est de 1. Les mâles ont des tailles qui varient de 67 à 104 cm, les femelles de 72 à 107 cm. En dessous de 40 cm tous sont immatures.

Nutrition et comportement alimentaire : Dans 189 estomacs examinés, Postel (1950) a montré que la palomette se nourrit de petits pélagiques côtiers (anchois, sardinelles, carangues...). La palomette chasse en surface, le sommet de la première dorsale sortant de l'eau comme l'aileron de requin.

Parasites : La palomette est parasitée au Sénégal par des larves de nématodes, des copépodes et des trématodes localisés dans la cavité générale, le foie et au niveau des pinnules (Postel, 1956).

6.2.6.2. Le wahoo (Acanthocybium solandri)

Reproduction : La reproduction aurait lieu dans les eaux chaudes. Elle débuterait en mai et s'étendrait jusqu'en aot (Frade et Postel, 1954). Marchal (1961) a récolté des larves en octobre dans le golfe de Guinée.

Nutrition et comportement alimentaire : Le wahoo se nourrit principalement d'espèces pélagiques.

6.3. RELATIONS BIOMETRIQUES

Dans ce paragraphe nous nous limiterons à donner les relations biométriques les plus usuelles et les plus récentes concernant les principales espèces de thonidés abordées dans cette synthèse ; ces relations sont d'une part celles qui lient la taille et le poids de chacune des espèces, et d'autre part pour l'albacore et le patudo, celles qui lient la longueur prédorsale et la taille, ainsi que celles reliant le poids avant et après éviscération de ces deux espèces.

6.3.1. Définition des mesures utilisées

- Le poids : il s'agit du poids total du poisson entier
- Le poids éviscéré : poids du poisson mesuré après que ce dernier ait été vidé et ses branchies enlevées.
- La longueur à la fourche (LF) : c'est la distance en projection verticale, entre l'extrémité antérieure de la machoire supérieure et l'extrémité postérieure du rayon caudal le plus court, mesurée au creux (fourche) de la nageoire caudale (figure 6.44).
- La longueur prédorsale (LD1) : c'est la distance rectiligne entre l'extrémité antérieure de la machoire supérieure et la base antérieure de la première nageoire dorsale (figure 6.44).

6.3.2. Albacore et patudo

6.3.2.1. Relation taille (longueur à la fourche) - poids

- Albacore

Cette relation a été calculée par Caverivière (1976) à partir de données relevées sur des albacores congelés, réfrigérés ou frais, capturés sur l'ensemble de la zone d'étude. Cet auteur souligne qu'il n'a pas tenté d'analyser les données selon le lieu de capture des individus ou leur mode de conservation, et mentionne que des observations préliminaires ont indiqué que les variations dûes à ces facteurs sont négligeables.

Cette relation s'écrit :

$P = 2{,}1527 \times 10^{-5} . LF^{2.976}$ avec : nombre d'observations, n = 6487
Gamme de taille des individus mesurés : 32 à 172 cm (LF)
r = 0,99
P = poids total en kg
LF = longueur à la fourche en cm
La clé de correspondance calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.19.

- Patudo

Cette relation a été calculée par Parks et al., (1982) à partir d'échantillons provenant de l'ensemble de la zone couverte par cette synthèse, et capturés par différents engins de pêche. Malgré des analyses de covariance poussées et la mise en évidence de différences ponctuelles, aucune variation en fonction du lieu ou de l'époque de capture des échantillons n'a pu être mise en évidence. La relation globale (toutes données confondues) entre la taille et le poids s'écrit :

$P = 2{,}396 . 10^{-5} . LF^{2.9774}$ avec n = 3186
Gamme de taille des individus échantillonés : 37-210 cm (LF)
P = poids total en kg
LF= longueur à la fourche en cm
La clé de correspondance entre la taille et le poids, calculée à partir de cette relation est donnée du tableau 6.19.

Tableau 6.19 Table de correspondance entre la taille (longueur à la fourche, LF) et le poids (P) de l'albacore (Thunnus albacares) et du patudo (Thunnus obesus) de l'Atlantique.
Cette table a été établie à partir des relations calculées par Caverivière (1976) pour l'albacore et par Parks, Bard, Cayré, Kume et Santos (1982) pour le patudo.

LF (cm)	POIDS		LF (cm)	POIDS		LF (cm)	POIDS	
	ALBACORE	PATUDO		ALBACORE	PATUDO		ALBACORE	PATUDO
30	0.54	0.60	68	6.1	6.8	136	48.1	53.9
31	0.59	0.67	70	6.7	7.5	138	50.3	56.3
32	0.65	0.73	72	7.3	8.1	140	52.5	58.8
33	0.71	0.80	74	7.9	8.8	142	54.7	61.3
34	0.78	0.87	76	8.5	9.5	144	57.1	63.9
35	0.85	0.85	78	9.2	10.3	146	59.4	66.6
36	0.92	1.0	80	9.9	11.1	148	61.9	69.4
37	1.0	1.1	82	10.7	12.0	150	64.4	72.2
38	1.1	1.2	84	11.5	12.8	152	67.0	75.1
39	1.2	1.3	86	12.3	13.8	154	69.7	78.1
40	1.3	1.4	88	13.2	14.8	156	72.4	81.2
41	1.4	1.5	90	14.1	15.8	158	75.2	84.3
42	1.5	1.6	92	15.0	16.8	160	78.1	87.5
43	1.6	1.7	94	16.0	18.0	162	81.0	90.8
44	1.7	1.9	96	17.1	19.1	164	84.0	94.2
45	1.8	2.0	98	18.1	20.3	166	87.1	97.6
46	1.9	2.1	100	19.3	21.6	168	90.3	101.2
47	2.0	2.3	102	20.4	22.9	170	93.5	104.8
48	2.2	2.4	104	21.7	24.3	172	96.8	108.5
49	2.3	2.6	106	22.9	25.7	174	100.2	112.3
50	2.4	2.7	108	24.2	27.2	176	103.7	116.2
51	2.6	2.9	110	25.6	28.7	178	107.2	120.2
52	2.8	3.1	112	27.0	30.3	180	110.8	124.3
53	2.9	3.3	114	28.5	31.9	182	114.5	128.4
54	3.1	3.4	116	30.0	33.6	184	118.3	132.7
55	3.3	3.6	118	31.5	35.3	186	122.2	137.0
56	3.4	3.8	120	33.2	37.2	188	126.1	141.4
57	3.6	4.0	122	34.8	39.0	190	130.2	146.0
58	3.8	4.3	124	36.6	41.0	192	134.3	150.6
59	4.0	4.5	126	38.3	43.0	194	138.5	155.3
60	4.2	4.7	128	40.2	45.0	196	142.8	160.1
62	4.6	5.2	130	42.1	47.2	198	147.2	165.0
64	5.1	5.7	132	44.0	49.3	200	151.7	170.0
66	5.6	6.3	134	46.1	51.6			

6.3.2.2. Relation longueur prédorsale (LD1) - taille (longueur à la fourche:LF)

Chez l'albacore et le patudo la mesure de la longueur prédorsale est souvent préférée à celle de la longueur à la fourche car ces deux espèces peuvent atteindre de grandes tailles et la mesure de la longueur totale est alors malaisée ou imprécise car :

- les individus sont souvent déformés ou abimés par la congélation et les différentes manipulations dont ils sont l'objet - les gros individus sont difficiles à manipuler
- la queue des albacores et patudos est parfois coupée pour faciliter le stockage.

Il est donc très courant de pratiquer les mensurations de longueur prédorsale, celles-ci sont ensuite converties en longueur à la fourche à l'aide des relations suivantes :

- Albacore

Relation établie par Caverivière (1976) à partir d'albacores capturés dans l'ensemble de la zone couverte par cette synthèse :

$LF = 1{,}9011.LD_1^{1.177}$ avec n = 3139

Gamme de longueur prédorsale (LD_1) des individus observés : 10-50 cm (LD_1).

r = 0,99

LD_1 = longueur prédorsale en cm

LF = longueur à la fourche en cm

La clé de correspondance LD_1 - LF calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.20.

- Patudo

La relation LD_1 - LF a été établie par Champagnat et Pianet (1974), à partir d'échantillons de patudos capturés par les pêcheries de surface (canneurs et senneurs) dans la région allant du Sénégal à l'Angola:

$$LF = \left(\frac{LD_1 + 21{,}45108}{(5{,}28756)^2} \right)^2$$ avec n = 2858

Gamme de longueur prédorsale (LD1) des individus observés : 13-48 cm

r = 0,99

LD_1 = longueur prédorsale en cm

LF = longueur à la fourche en cm

La table de correspondance entre la longueur prédorsale (LD_1) et la longueur à la fourche (LF) calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.20.

6.3.2.3. Relation poids eviscéré (PE) - poids (P)

Il est d'usage dans certaines pêcheries et notamment dans les pêcheries palangrières de vider les poissons et de leur ôter les branchies avant de procéder à leur stockage (congélation). Lorsque les bateaux reviennent à terre pour débarquer leurs captures, le poids de celles-ci correspond donc à des poissons éviscérés ; il est alors nécessaire, afin d'harmoniser les données des statistiques de prise, de les exprimer en poids vif avant éviscération des individus. Les relations entre le poids éviscéré (PE) et le poids vif (P) de l'albacore et du patudo de l'Atlantique tropical oriental ont été calculées par Woo Il Choo (1976), à partir de poissons capturés dans le golfe de Guinée :

- Albacore

P = 1,0837 PE + 1,4827 avec n = 79
Gamme de taille des individus observés = 104-163 cm (LF), (soit P de 22 à 83 kg)
r = 0,99
P = Poids total des individus en kg
PE= Poids des individus après éviscération et ablation des branchies, (en kg)

- Patudo

P = 1,1097 PE + 1,0352 avec n = 39
Gamme de taille (LF) des individus observés : 86-179 cm (Soit P de 14 à 123 kg)
r = 0,99
P = Poids total en kg
PE= Poids éviscéré, branchies enlevées en kg.
Une table de correspondance sommaire entre le poids vif (P) et le poids éviscéré (PE), calculée à partir de ces relations, est donnée par Woo Il Choo (1976) :

PE (kg)	10	30	50	70	90	110	130	150
P (kg) Albacore	12,3	34,0	55,7	77,3	99,0	120,7	142,4	164,0
P (kg) Patudo	12,1	34,3	56,5	78,7	100,9	123,1	145,3	167,5

Pour convertir l'ensemble du poids éviscéré en poids vif, correspondant à la capture de plusieurs poissons dont on ne connait pas les poids individuels, on peut utiliser les taux suivants (Woo Il Choo, 1976) :

- Albacore : P = 1,128 PE

- Patudo : P = 1,130 PE

avec P = Poids des individus entiers en kg
PE = Poids des individus éviscéré et sans branchies, en kg

6.3.3. Relation longueur-poids du listao

Cette relation a été calculée par Cayré et Laloë à partir d'un très important échantillon d'individus (n = 14140) provenant de différentes zones de l'Atlantique Est et Ouest incluant très largement l'ensemble de la zone couverte par cette synthèse. Des diverses analyses et comparaisons faites par Cayré et Laloë, il ressort qu'il n'y a pas de différence de relation taille - poids entre les sexes (exception faite des individus immatures) ; par ailleurs si des différences entre zones ont été mises en évidence elles sont difficiles à interpréter, ce qui a conduit les auteurs à adopter une relation taille-poids unique pour l'ensemble des listaos de l'Atlantique. Cette relation s'écrit :

$P = 7{,}480.10^{-6}.LF^{3{,}2526}$ avec n = 14140
Gamme de taille des individus échantillonnés : 32-78 cm (LF)
r = 0,98
P = poids total des individus entiers en kg
LF = longueur à la fourche en cm

Tableau 6.20

Table de correspondance entre la longueur prédorsale (LD1) et la longueur à la fourche (LF) de l'albacore et du patudo de l'Atlantique. Cette table a été établie à partir des relations calculées par Caverivière (1976) pour l'albacore et par Champagnat et Pianet (1974) pour le patudo.

LD1 (cm)	LONGUEUR FOURCHE (en cm)	
	ALBACORE	PATUDO
10	28.6	35.4
11	32.0	37.7
12	35.4	40.0
13	38.9	42.5
14	42.5	45.0
15	46.1	47.5
16	49.7	50.2
17	53.4	52.9
18	57.1	55.7
19	60.8	58.5
20	64.6	61.5
21	68.4	64.5
22	72.3	67.5
23	76.2	70.7
24	80.1	73.9
25	84.0	77.2
26	88.0	80.5
27	92.0	84.0
28	96.0	87.5
29	100.1	91.0
30	104.1	94.7
31	108.2	98.4
32	112.3	102.2
33	116.5	106.0
34	120.7	110.0
35	124.8	114.0
36	129.1	118.1
37	133.3	122.2
38	137.5	126.4
39	141.8	130.7
40	146.1	135.1
41	150.4	139.5
42	154.7	144.0
43	159.1	148.6
44	163.4	153.2
45	167.8	157.9
46	172.2	162.7
47	176.6	167.6
48	181.1	172.5
49	185.5	177.5
50	190.0	182.6
51	194.5	187.7
52	198.9	193.0
53	203.5	198.3
54	208.0	203.6
55	212.5	209.1

Tableau 6.21

Table de correspondance entre la longueur à la fourche et le poids du listao (Katsuwonus pelamis) de l'Atlantique. Cette table a été calculée d'après la relation calculée par Cayré et Laloë (1986).

LF (cm)	POIDS (kg)	LF (cm)	POIDS (kg)
30	0.48	66	6.2
31	0.53	67	6.5
32	0.59	68	6.8
33	0.65	69	7.2
34	0.72	70	7.5
35	0.79	71	7.9
36	0.86	72	8.2
37	0.94	73	8.6
38	1.0	74	9.0
39	1.1	75	9.4
40	1.2	76	9.8
41	1.3	77	10.2
42	1.4	78	10.7
43	1.5	79	11.1
44	1.7	80	11.6
45	1.8	81	12.1
46	1.9	82	12.6
47	2.1	83	13.1
48	2.2	84	13.6
49	2.4	85	14.1
50	2.5	86	14.7
51	2.7	87	15.2
52	2.9	88	15.8
53	3.0	89	16.4
54	3.2	90	17.0
55	3.4	91	17.6
56	3.6	92	18.3
57	3.8	93	18.9
58	4.1	94	19.6
59	4.3	95	20.3
60	4.5	96	21.0
61	4.8	97	21.7
62	5.1	98	22.4
63	5.3	99	23.2
64	5.6	100	23.9
65	5.9		

La table de correspondance entre la taille et le poids du listao, calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.21.

6.3.4. Relation taille-poids des thonidés mineurs et espèces voisines

6.3.4.1. Thonine (Euthynnus alletteratus)

Cette relation a été calculée par Diouf (1980) à partir d'échantillons provenant essentiellement de la région sénégalaise (13° nord à 16° nord) :

$P = 1{,}377.10^{-5} .LF^{3{,}035}$ avec n = 1808

Gamme de taille des individus échantillonnés : 20-90 cm (LF)

r = 0,99

P = Poids en kg

LF = Longueur à la fourche en cm

La table de correspondance (taille-poids) calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.22.

6.3.4.2. Auxide (Auxis thazard et Auxis rochei)

La seule relation disponible est celle calculée par Lenarz (1974) à partir d'un échantillon contenant sans distinction des exemplaires d'Auxis thazard et d'Auxis rochei :

$P = 2{,}80.10^{-7} .LF^{4{,}13514}$ avec n = 50

Gamme de taille des individus échantillonnés : 30-45 cm (LF)

P = Poids total en kg

LF = Longueur à la fourche en cm

La table de correspondance (taille-poids) calculée à partir de cette relation figure au tableau 6.22.

6.3.4.3. Bonite à dos rayé (Sarda sarda)

Cette relation a été calculée pour cette synthèse avec les données recueillies par Diouf (1980) sur des échantillons provenant essentiellement de la zone sénégalaise (13° nord-16° nord) :

$P = 9{,}337.10^{-6} .LF^{3{,}103}$ avec n = 372

Gamme de taille des individus échantilonnés : 19-64 cm (LF)

r = 0,98

P = Poids total en kg

LF = longueur à la fourche en cm

La table de correspondance (taille-poids) calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.22.

6.3.4.4. Maquereau bonite (Scomberomorus tritor)

Cette relation a été calculée pour cette synthèse à partir des données recueillies par Diouf (1980) sur des échantillons provenant de la région sénégalaise (13° nord-16° nord) :

$P = 1{,}170.10^{-5} .LF^{2.926}$ avec n = 615

Gamme de taille des individus observés : 6-79 cm (LF)

r = 0,99

P = poids total en kg

LF= longueur à la fourche en cm.

La table de correspondance (longueur-poids) calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.22.

Tableau 6.22 Table de correspondance entre la longueur à la fourche et le poids de 5 espèces de thonidés mineurs; les relations qui ont servi à calculer cette table sont extraites de: Diouf (1980) pour la thonine (Euthynnus alletteratus), de Lenarz (1974) pour l'auxide (Auxis thazard); les autres relations résultent de calculs originaux effectués pour cette synthèse.

LF (cm)	POIDS (en kg)				
	THONINE	AUXIDE	BONITE A RAYE	MAQUEREAU BONITE	PALOMETTE
20	0.12	0.07	0.10	0.09	0.17
21	0.14	0.08	0.12	0.11	0.20
22	0.16	0.10	0.14	0.12	0.23
23	0.19	0.12	0.16	0.14	0.26
24	0.21	0.14	0.18	0.16	0.29
25	0.24	0.17	0.20	0.18	0.33
26	0.27	0.20	0.23	0.20	0.36
27	0.30	0.23	0.26	0.22	0.40
28	0.34	0.27	0.29	0.25	0.45
29	0.38	0.31	0.32	0.28	0.49
30	0.42	0.36	0.36	0.31	0.54
31	0.46	0.41	0.40	0.34	0.59
32	0.51	0.47	0.44	0.37	0.65
33	0.56	0.53	0.48	0.41	0.71
34	0.61	0.60	0.53	0.45	0.77
35	0.67	0.68	0.58	0.49	0.83
36	0.73	0.76	0.63	0.53	0.90
37	0.79	0.86	0.69	0.58	0.97
38	0.86	0.96	0.75	0.62	1.0
39	0.93	1.1	0.81	0.68	1.1
40	1.00	1.2	0.87	0.73	1.2
41	1.1	1.3	0.94	0.78	1.3
42	1.2	1.4	1.0	0.84	1.4
43	1.2	1.6	1.1	0.90	1.5
44	1.3	1.8	1.2	0.97	1.6
45	1.4	1.9	1.3	1.0	1.7
46	1.5	2.1	1.3	1.1	1.8
47	1.6	2.3	1.4	1.2	1.9
48	1.7	2.5	1.5	1.3	2.0
49	1.9	2.7	1.6	1.3	2.1
50	2.0	3.0	1.7	1.4	2.2
51	2.1	3.2	1.9	1.5	2.4
52	2.2	3.5	2.0	1.6	2.5
53	2.4	3.8	2.1	1.7	2.6
54	2.5	4.1	2.2	1.8	2.8
55	2.6	4.4	2.3	1.9	2.9
56	2.8	4.7	2.5	2.0	3.1
57	2.9	5.1	2.6	2.1	3.2
58	3.1	5.5	2.8	2.2	3.4
59	3.3	5.9	2.9	2.3	3.6
60	3.4	6.3	3.1	2.5	3.7
61	3.6	6.8	3.2	2.6	3.9
62	3.8	7.2	3.4	2.7	4.1
63	4.0	7.7	3.6	2.8	4.3
64	4.2	8.2	3.8	3.0	4.5
65	4.4	8.8	3.9	3.1	4.7
66	4.6	9.4	4.1	3.3	4.9
67	4.8	10.0	4.3	3.4	5.1
68	5.0	10.6	4.5	3.6	5.3
69	5.2	11.2	4.7	3.7	5.5
70	5.5	11.9	5.0	3.9	5.7
71	5.7	-	-	4.1	6.0
72	6.0	-	-	4.2	6.2
73	6.2	-	-	4.4	6.5
74	6.5	-	-	4.6	6.7
75	6.8	-	-	4.8	7.0
76	7.0	-	-	5.0	7.2
77	7.3	-	-	5.2	7.5
78	7.6	-	-	5.4	7.8
79	7.9	-	-	5.6	8.1
80	8.2	-	-	5.8	8.3
81	8.5	-	-	6.0	8.6
82	8.9	-	-	6.2	8.9
83	9.2	-	-	6.5	9.2
84	9.5	-	-	6.7	9.6
85	9.9	-	-	7.0	9.9
86	10.2	-	-	7.2	10.2
87	10.6	-	-	7.5	10.5
88	11.0	-	-	7.7	10.9
89	11.4	-	-	8.0	11.2
90	11.8	-	-	8.2	11.6
91	12.2	-	-	8.5	12.0
92	12.6	-	-	8.8	12.3
93	13.0	-	-	9.1	12.7
94	13.4	-	-	9.4	13.1
95	13.8	-	-	9.7	13.5
96	14.3	-	-	10.0	13.9
97	14.7	-	-	10.3	14.3
98	15.2	-	-	10.6	14.7
99	15.7	-	-	11.0	15.1
100	16.2	-	-	11.3	15.5

6.3.4.5. Palomette (Orcynopsis unicolor)

Cette relation a été calculée pour cette synthèse à partir des données publiées par Postel (1956); les individus qui ont servi à établir cette relation proviennent essentiellement de la région sénégalo guinenne et de celle des iles du Cap Vert (10o nord - 18° nord, 24° ouest - 16° ouest) :

$P = 4{,}0978.10^{-5} .LF^{2.795}$ avec n = 189

Gamme de taille des individus observés :29-107 cm (LF)

r = 0.99

P = Poids total en kg

La table de correspondance (longueur-poids) calculée à partir de cette relation est donnée au tableau 6.22.

ANNEXE 1 (CHAPITRE 6)

ECHELLES MACROSCOPIQUES DE MATURITE

ALBACORE

(d'après Albaret, 1977)

Stade I.1 (Immature sexe indéterminé) : Les gonades sont réduites à un mince cordon blanc ou rose opalescent de quelques millimétres de large.

Stade I.2 (Immature sexe déterminé) :
Mâles : gonades un peu plus développées, de section triangulaire ou en croissant, blanchâtres.
Femelles : Ovaires, blancs - rosés, de section ronde ou ovale Albaret souligne que "à ces deux stades, quelque soit le sexe, les gonades sont fermes et la vascularisation superficielles n'est pas apparente.

Stade II (Début de maturation) : Chez les femelles l'ovaire s'aggrandit (20 à 30 cm de long), coloration du rose vineux au jaune pâle, consistance de molle à souple mais assez ferme, vascularisation légèrement développée.

Stade III (en maturation) : Ovaires bien développés, de couleur jaune - orangé, consistance molle, vascularisation bien étendue, ovocytes visibles après incision de l'ovaire.

Stade IV.1 (en maturation avancée, préponte) : Les ovaires occupent la quasi totalité de la cavité abdominale, très vascularisés, couleur jaune-orangé vif à orangé-rouge, moins mous qu'au stade III ; les ovocytes sont gros et bien visibles à travers la parois ovarienne. Chez les mâles les testicules sont très gros et blancs, le sperme coule à la moindre pression exercée sur les gonades. Stade IV.2 (ponte) : Stade très fugace, dont les caractéristiques sont similaires à celles du stade IV.1. Une pression exercée sur les ovaires ou sur l'abdomen fait sortir les oeufs.

Stade V (post-ponte) : L'ovaire jaune-orangé ou rouge vineux est mou ou même flasque.

Stade VI (repos sexuel saisonnier) : Ovaires de taille réduite, flasques et mous, jaune-orangés pâles ou encore rouge vineux.

LISTAO

(d'après Cayré, 1981 ; Cayré et Farrugio, 1986)

Stade 0 : Immatures - Les gonades se présentent sous la forme de minces rubans, le sexe n'est pas identifiable à l'oeil nu.

Stade I : Le sexe est identifiable bien que les gonades soient toujours très minces.
Femelles : Gonades roses pâles, translucides, de forme allongée et subcylindrique.
Mâles : Gonades très minces et aplaties en forme de ruban, l'artère testiculaire est cependant bien visible dans la partie médiane.

Stade II :
Femelles : C'est le stade comprenant le tout début de la maturation et également la période de repos sexuel. Les gonades sont toujours de forme

subcylindrique et de couleur rose à beige. Une légère vascularisation commence à être visible à leur surface. Aucun ovocyte n'est visible en transparence.
Mâles : L'artère testiculaire est bien visible, les gonades sont plus épaisses (section en forme de croissant), et de couleur blanchtre.

Stade III :
Femelles : Les ovocytes sont visibles par transparence de la paroi ovarienne. Gonades bien développées, à ce stade la maturation est bien avancée ; la vascularisation s'est étendue.
Mâles : Gonades bien développées, de couleur blanchâtre, une légère piqure dans leur épaisseur, suivie d'une pression, fait sortir un peu de liquide spermatique.

Stade IV :
Femelles : C'est le stade de maturité ultime précédant la ponte, voire le stade de ponte lui- même. Les gonades sont à leur taille maximum ; les ovocytes, très visibles, sont translucides. Une pression sur un ovaire à ce stade fait sortir les ovocytes de l'ovaire comme s'il s'agissait d'une ponte.
Mâles : Ici aussi les gonades ont atteint leur taille maximum ; des rougeurs peuvent être visibles à leur surface. Une simple pression fait jaillir le liquide spermatique ; ce dernier s'écoule parfois seul et on peut l'observer sur les poissons avant dissection.

Stade V :
Femelles : C'est le stade qui suit la ponte, l'aspect des gonades peut être variable selon que la ponte a eu lieu récemment (aspect de sacs vides très vascularisés), qu'elle remonte à un certain temps(aspect de stade III) ou que le poisson entre en repos sexuel (aspect de stade II).
Mâles : mêmes remarques que pour les femelles ; les gonades sont flasques et rougeâtres, avec un peu de liquide séminal non évacué si l'émission spermatique a eu lieu très récemment.

PATUDO

(d'après Gaikov, 1983)

Stade I (juvénile) : Gonades extrêmement minces en forme de ruban. Le sexe n'est pas déterminable.

Stade I (Immature) : Gonades mieux développées mais tojours applaties. Le sexe est déterminable par une observation attentive.

Stade II (début de maturation) : Ovaires bien développés quelques ovocytes sont visibles à travers la paroi ovarienne. Les testicules des mâles sont de section triangulaire ; pas de liquide spermatique dans le canal spermatique.

Stade III (maturation avancée) : Ovaires très développés, ovocytes bien visibles. Du sperme s'écoule si les testicules sont piqués ou pressés.

Stade IV (fin de maturation, ponte) : Les ovaires ont atteint leur développement maximal ; les ovocytes se détachent facilement des follicules ou sont présents dans l'oviducte. Le liquide spermatique s'écoule librement des testicules.

Stade V (post-ponte) : Les ovaires contiennent des ovocytes résiduels murs encore intacts ou à différents stades de résorption. Les testicules sont mous, sanguinolents, de couleur rougeâtre ou grise ; le spermiducte peut encore parfois contenir du sperme.

7. ENVIRONNEMENT ET PECHE THONIERE EN ATLANTIQUE TROPICAL ORIENTAL

par

J.M. Stretta

7.1. INTRODUCTION

L'étude de l'environnement des thons dans le golfe de Guinée a véritablement débuté par les travaux de Postel (1955 et 1955a) sur les thoniers Gerard Treca et Albacore. Postel a défini les aires de répartition des principales espèces et défini les grandes lignes des relations des thons avec leur milieu. Par la suite, Bane (1963) a analysé les données de la campagne du Columbia en 1959-1960 sur les côtes africaines du Liberia à l'Angola. L'étude de la relation thon/environnement s'est poursuivie à l'ORSTOM par les travaux de Le Guen et al.. (1965). Toutefois comme le soulignait Postel (1967), "les connaissances acquises sur la répartition et l'abondance des thons dans cette région du golfe sont dues beaucoup plus à l'analyse des données de la pêche commerciale qu'au dépouillement des expéditions océanographiques". A l'heure actuelle, on dispose d'une bonne couverture statistique des pêches de thonidés aussi bien pour les pêcheries de surface que pour celles à la palangre. Cette grande quantité d'informations permet des analyses dans l'espace et dans le temps, beaucoup plus précises que si l'on ne disposait que des données issues d'expéditions océanographiques.

La disponibilité dans l'espace et dans le temps des thons, est soumise à de fortes variations, et ce n'est que si certaines conditions d'environnement sont réunies que les thons se rassemblent. En d'autres termes, la distribution des thonidés dans un écosystème donné, dépend directement des paramètres physico-chimiques et biologiques, et de leurs interactions, c'est-à-dire de leur action synergétique. Ces paramètres d'environnement vont avoir sur les thonidés des effets directs et indirects. Effets directs sur la mortalité des espèces, sur leur croissance en agissant sur les facteurs favorisant la présence de nourriture et sur le recrutement; effets indirects sur la migration, sur la disponibilité des thons aux engins de pêche et donc sur l'effort de pêche.

Le thon peut être considéré comme un avant dernier maillon de la chaîne alimentaire, l'homme étant le dernier; l'exploitation par l'homme devra être pensée non comme un prélèvement "de l'extérieur" mais comme une insertion d'un prédateur additionnel dans l'écosystème. Schématiquement cette chaîne part d'une production primaire importante déclenchée par l'arrivée des sels nutritifs dans la couche euphotique, pour aboutir aux animaux proies des thons (micronecton, poissons pélagiques, etc..), puis enfin aux thons et à l'homme.

Parmi les paramètres couramment utilisés pour décrire l'environnement et la distribution des thons, la température et plus particulièrement celle de surface a fait l'objet de nombreux travaux pour définir des preferendums thermiques où se rencontrent les différentes espèces de thonidés. La température de surface est un paramètre relevé en routine depuis de nombreuses années (par les bateaux de pêche, les navires marchands et océanographiques, les bouées, les satellites, les stations côtières) et de ce fait, on dispose de cartes de température de surface fiables, sur de longues périodes. D'autres paramètres qui influencent potentiellement la distribution et la capturabilité des thons devront toutefois être pris aussi en compte: nous citerons la profondeur de la thermocline, le gradient de température au sein de celle-ci, la concentration en oxygène dissous, la salinité, la vitesse du courant, l'état du ciel et de la mer, la vitesse du

vent, etc... Par ailleurs, les expériences menées dans le Pacifique sur la physiologie des thons permettent de fixer les limites physiologiques en regard de certains paramètres d'environnement (chapitre 6); la quête de nourriture et le comportement de reproduction vont aussi agir sur la distribution des thons au sein des bornes définies par ces paramètres physiques et physiologiques (Blackburn, 1965 et 1965a; Sund et al., 1981; Albaret, 1977).

Les valeurs limites des paramètres d'environnement généralement prises en compte pour l'étude de la distribution des thons sont évaluées en majeure partie à partir des données des pêcheries. En utilisant les données des pêches commerciales, on ne décrit cependant qu'incomplètement la distribution réelle des thons dans l'océan, mais plutôt leur disponibilité aux différents engins de pêche; les connaissances demeurent nulles hors des strates espace/temps explorées par les pêcheries. Dans ce chapitre, nous analyserons les principales zones et saisons de pêche des flottilles thonières dans l'Atlantique tropical oriental et tenterons de les relier aux principaux systèmes productifs connus dans la zone.

Ces systèmes productifs, décrits par Voituriez et Herbland (1982) et présentés sur la figure 7.1 sont les suivants:
- les upwellings côtiers permanents au nord de 20° nord et au sud de 15° sud (ces zones sont situés en dehors de la zone d'activité de la flottille thonière);
- les upwellings côtiers saisonniers, le long des côtes du Sénégal et de la Mauritanie, du Ghana et de la côte d'Ivoire, ainsi que le long des côtes du Gabon et du Congo au sud du cap Lopez;
- la divergence équatoriale ;
- les dômes thermiques de Guinée et d'Angola.

Dans leur "Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique tropical", Voituriez et Herbland (1982) mettent l'accent sur le fait que "ces systèmes ne sont pas indépendants les uns des autres : le système des contre-courants qui participe à la dynamique de chacun d'entre eux et les contrôle dans une certaine mesure, crée un lien remarquable qui donne à cette région une unité qu'il faut avoir à l'esprit lorsque l'on étudie tel ou tel écosystème et ses variations".

7.2. DONNEES ET METHODES

7.2.1 Données utilisées

L'ensemble des données statistiques de prises et efforts par flottille selon des strates 1°-mois qui ont été utilisées dans le chapitre 4 sont utilisées. Ces données couvrent la période 1969 à 1984.

Pour l'analyse fine des strates spatio-temporelles de pêche, nous utiliserons les données fines des livres de bord des flottilles FIS et espagnoles (canneurs et senneurs) de la période 1980 à 1983. Ces données sont disponibles par jour de pêche et selon des positions précises relevées par satellite; en outre les températures mesurées lors des opérations de pêche sont fréquemment disponibles (pour environ 50% des captures), ainsi que les estimations de taille des individus capturés. Les livres de bord utilisés couvrent environ 80 à 90% des captures (selon les années) des flottilles FIS et espagnole.

Il ne faut pas perdre de vue que ces données constituent des estimations visuelles reportées sur les journaux de bord par les patrons des thoniers, et présentent de ce fait diverses limites:
- L'estimation de la composition spécifique des prises manque parfois de rigueur, en particulier les patudos sont souvent confondus avec des albacores quand ils sont de taille proche; les petits albacores sont souvent confondus

avec les listaos. Ces biais sont bien mis en évidence par les échantillonnages plurispécifiques de taille (paragraphe 8.1.3) mais n'ont pas été corrigés dans la présente étude.

- Les tonnages notés par les patrons dans les livres de bord, au moment de la mise en cuve du poisson, sont parfois mal évalués.
- les estimations de la taille des individus capturés sont parfois imprécises.
- le type des bancs, libres ou associés à divers systèmes ou animaux marins, n'a pas été distingué, alors que ces systèmes associés peuvent modifier la relation entre les thons et les paramètres d'environnement (paragraphe 6.1.7).

Les données thermiques utilisées proviennent :

- pour les données historiques , du fichier des températures de surface relevées (en 1/10 de degré) par les navires marchands de 1964 à 1984 (NODC, USA), (les calculs des températures de surface moyennes mensuelles par zone ont été réalisés par C. Roy, ORSTOM).
- des livres de bord des thoniers pour les températures associées aux calées.

7.2.2 Découpage spatio-temporel

7.2.2.1 Zones

Pour cette étude, nous avons délimité huit régions (figure 7.2) correspondant chacune à une structure hydrologique particulière et à une zone de pêche particulière.

Les huit régions retenues présentent plusieurs types de situations hydrologiques et de systèmes productifs différents :

- la zone Mauritanie est une zone côtière caractérisée par la présence d'un upwelling saisonnier en hiver boréal et d'un front thermique en été;
- la zone Sénégal est une zone côtière qui prolonge la zone Mauritanie et est caractérisée elle aussi par la présence d'un upwelling saisonnier en hiver boréal en alternance avec des eaux chaudes en été;
- la zone Guinée se caractérise par la présence d'une structure hydrologique en forme de dôme (le dôme de Guinée);
- la zone Liberia est une zone de transition. La structure hydrologique de cette zone est mal connue; elle serait une zone de convergence entre le courant de Guinée et le courant équatorial sud;
- la zone Equateur se caractérise en saison chaude (octobre à mai) par la présence d'une crête thermique au sud de l'équateur centrée sur 2-3° sud (sans qu'il y ait de refroidissement en surface) et en saison froide (juin à septembre) par la présence d'un refroissement et d'un enrichissement en sels nutritifs de la couche superficielle sans que l'on puisse parler d'un véritable upwelling;
- la zone Ghana est également une zone côtière mais caractérisée par la présence de deux upwellings saisonniers, l'un en janvier-février créant la petite saison froide, l'autre de juillet à septembre formant la grande saison froide;
- la zone Cap Lopez est aussi une zone côtière caractérisée par la présence d'un upwelling saisonnier de mai à août qui crée une situation de type frontal;
- la zone Angola se caractérise par la présence d'un dôme thermique en hiver boréal (le dôme d'Angola) et par un upwelling côtier en été boréal.

7.2.2.2 Saisons

Nous avons pour chacune de ces régions délimité, à partir des captures des flottilles FIS et espagnoles de, des saisons de pêche pendant lesquelles les captures sont les plus importantes. Nous employerons par la suite pour désigner ces strates le terme zone et période de pêche et non pas celui de concentration de pêche. Ce dernier terme a en effet un sens beaucoup plus

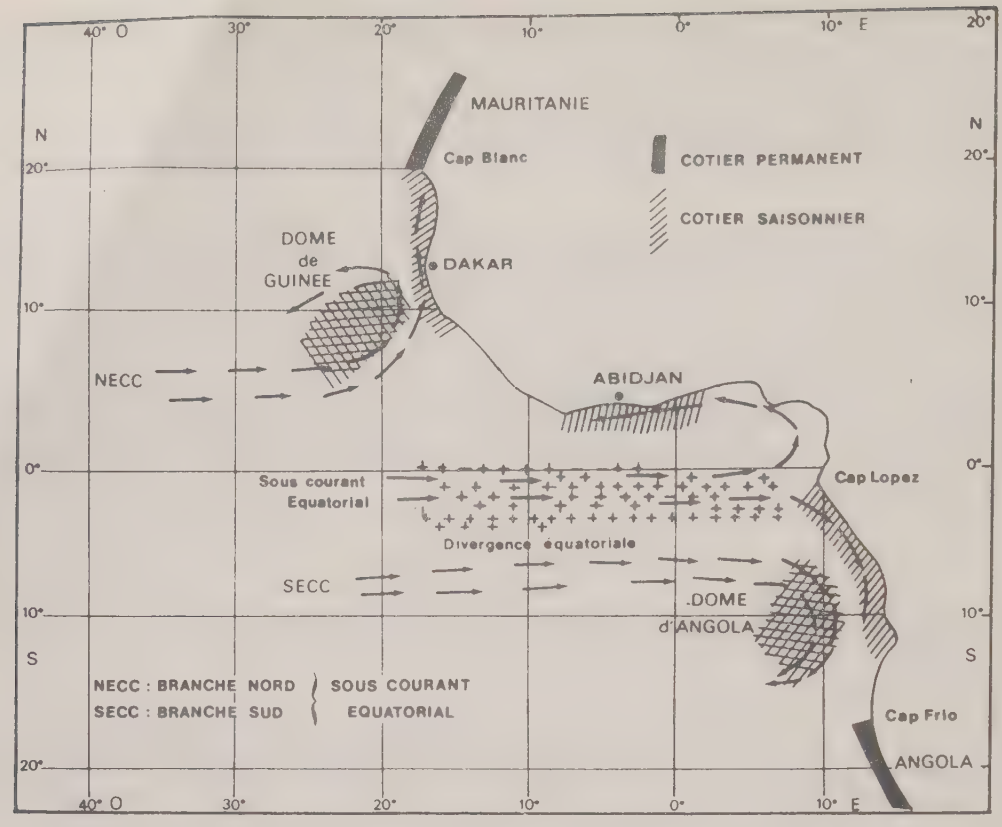


Figure 7.1 Les différents zones d'enrichissement dans l'Atlantique tropical oriental. Celles-ci sont principalement dues à la remontée des eaux profondes en surface (upwelling) entre juillet et septembre. Elles sont localisées le long de la côte et à l'équateur (Herbland et al., 1983).

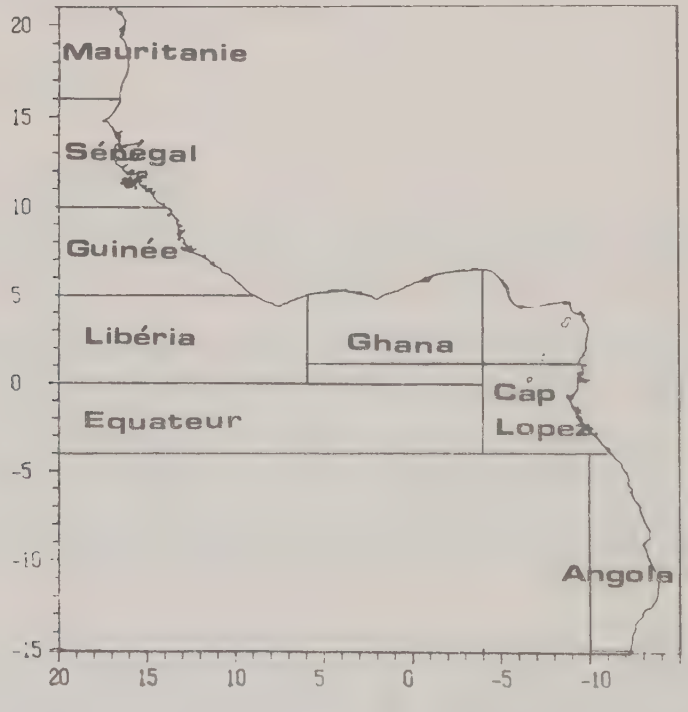


Figure 7.2 Les 8 secteurs de pêches retenus pour l'étude de la relation thons et environnement.

restrictif et correspond à un fort regroupement de poissons exploités pendant une courte durée et dans une zone de quelques centaines de milles carrés.

Nous avons ainsi retenu les périodes de pêche suivantes :
- celle de Mauritanie du mois de juillet à septembre.
- celles de la zone Sénégal pendant les mois d'avril et mai et du mois de juillet à septembre.
- celles de la zone Guinée du mois de septembre à novembre et du mois de mars à mai.
- celles de la zone Liberia du mois de janvier à avril et du mois d'octobre à décembre.
- celle de la zone Equateur qui va du mois de décembre au mois de mars.
- celles de la zone Ghana au mois de juillet, et d'octobre à décembre.
- celle de la zone Cap Lopez de mai à septembre, période qui a été divisée en deux sous saisons, la première en mai et juin et la deuxième en juillet, août et septembre.
- celles d'Angola qui comprend les mois de février et mars ainsi que septembre et octobre.

7.3. RELATIONS ENTRE LES THONS ET LES PARAMETRES DE L'ENVIRONNEMENT

7.3.1. Relation entre les captures de thons et la température de surface

7.3.1.1. Albacore

En Atlantique tropical oriental, Postel (1955) a fixé les limites thermiques de l'albacore à 21°C et 28°C en se basent sur les pêches de canneurs réalisées entre les côtes mauritaniennes et l'archipel des Bissagos. Dans la région de Pointe-Noire (Congo), Le Guen et al. (1965) notent des pêches nulles ou faibles dans des eaux de température inférieure à 23°C ou supérieure à 27°C. Selon ces auteurs, la majorité des captures et les plus gros rendements journaliers des canneurs et des petits senneurs sont obtenus dans des eaux dont la température de surface était comprise entre 24°C et 26°C. Bages et Fonteneau (1979) signalent pour l'année 1977 des pêches d'albacore entre 22°C et 29°C dans le golfe de Guinée par la flottille FIS. Stretta et Slepoukha (1986) définissent une fourchette thermique de 20°C à 31°C pour des calées ne contenant que de l'albacore (toutes classes de tailles confondues) faites sur des bancs non associés à des épaves. Il est à noter que cet intervalle de température entre 20°C et 31°C correspond sensiblement aux valeurs minimum et maximum rencontrées dans l'océan Atlantique tropical oriental.

Seul l'échantillon des prises des thoniers FIS et espagnols de la période 1980 à 1983 sera analysé, celui-ci étant jugé le plus significatif du fait de l'importance des prises de ces deux flottilles et de la complète couverture géographique de la zone. Ces deux flottilles réunies contribuent durant la période étudiée à 74 % des captures industrielles de surface dans la zone. La figure 7.3 présente la répartition des tonnages et les fréquences cumulées d'albacore pêchés (toutes tailles confondues) par classe de température par ces flottilles de senneurs. Plus de 60% des prises proviennent d'une gamme de températures supérieures à 26.0°C.

La répartition des prises d' albacore en fonction de la température diffère pour les trois classes classiquement différenciées (figure 7.4): les poissons de moins de 5 kg, ceux compris entre 5 et 30 kg et ceux d'un poids supérieur à 30 kg. Pour la première catégorie, les pêches se font essentiellement entre 22°C et 30°C. Pour la deuxième catégorie (albacore de 5 à 30 kg), la courbe des prises présente un plateau de 24°C à 28°C. En revanche, pour les albacores de plus de 30 kg, la plus grande partie des prises a lieu dans des eaux dont la température de surface est supérieure à 25°C avec 34% des prises pour la classe 28°C.

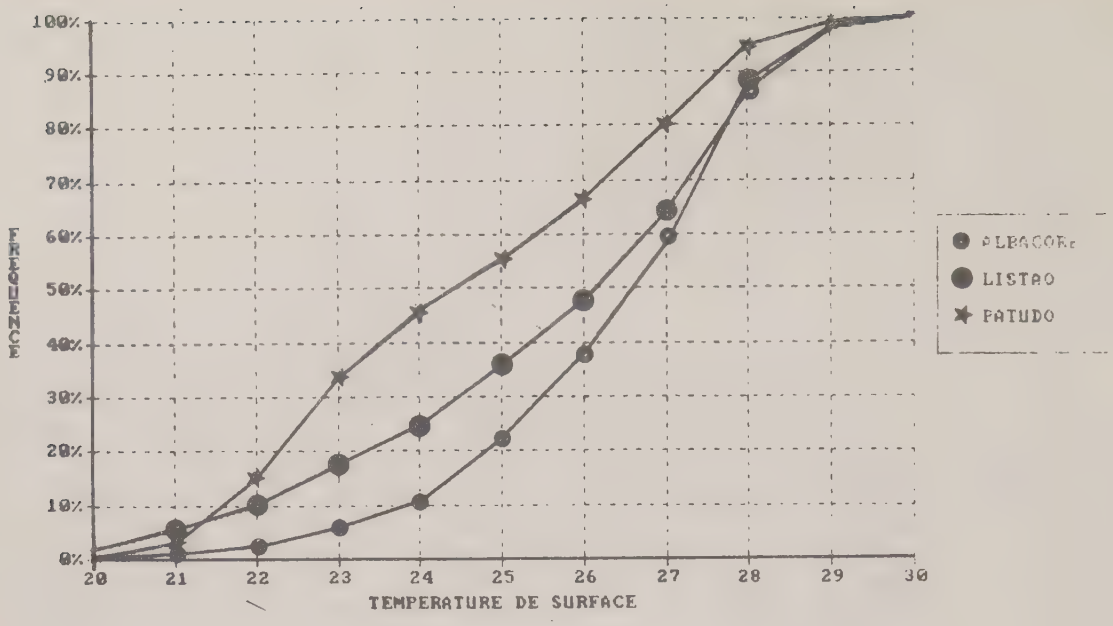


Figure 7.3 Pourcentages cumulés des prises d'albacore, de listao et de patudo en fonction de la température (même échantillon que les figures 7.3 à 7.5).

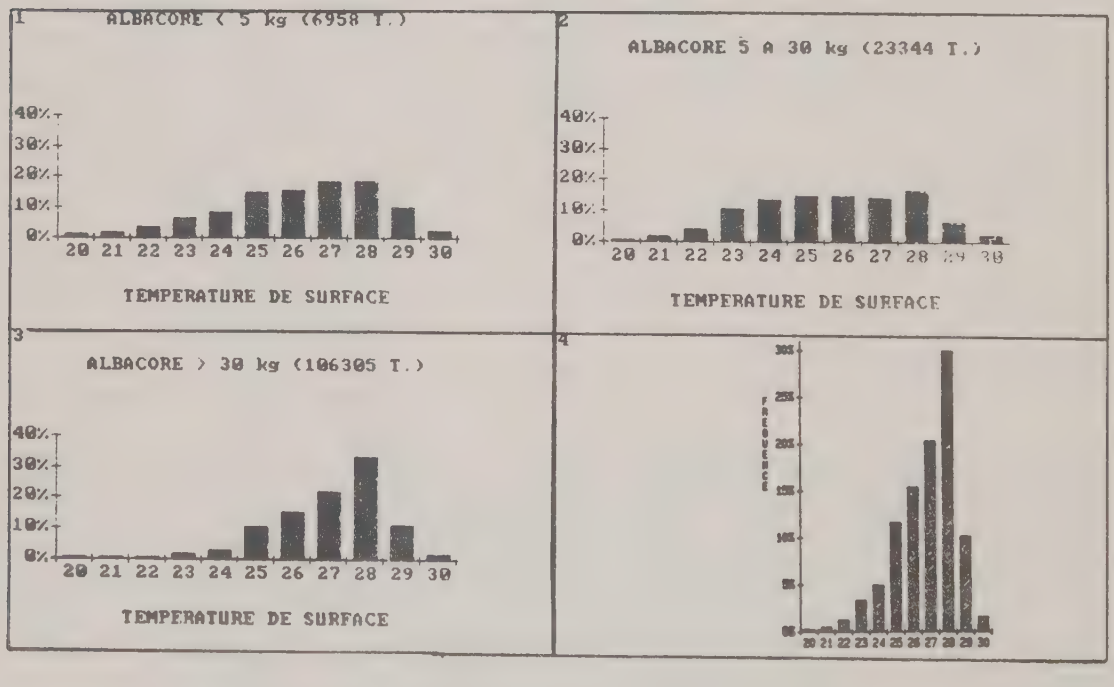


Figure 7.4 Prises d'albacore en fonction de la température de surface pour les senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983 (sous échantillon des calées pour lesquelles sa température de surface et la composition spécifique par taille sont connues.

(1) albacores de moins de 5 kg
(2) albacores de 5 à 30 kg
(3) albacores de plus 30 kg
(4) toutes tailles

Les albacores adultes sont aussi fréquemment capturés à la palangre dans la tranche d'eau infrathermoclinale dont les températures sont comprises entre 15°C et 20°C dans le golfe de Guinée.

7.3.1.2. Listao

Dans le golfe de Guinée, Bages et Fonteneau (1979) trouvent que le listao est pêché de 22°C à 29°C, soit dans la même gamme thermique que l'albacore. Dans une analyse portant sur 1152 calées, ne contenant que du listao, Stretta et Slepoukha (1986), définissent une gamme thermique comprise entre 20°C et 31°C.

L'échantillon retenu pour décrire la relation entre températures de surface et prises de listao est le même que dans le cas de l'albacore.

La répartition des listaos par classe de taille en fonction de la température de surface diffère selon que l'on s'adresse aux poissons de moins de 2 kg, ou compris entre 2 et 6 kg et à ceux d'un poids supérieur à 6kg (figure 7.5). Pour les poissons de moins de 2 kg et ceux de 2 à 6 kg, les courbes sont proches et présentent toutes les deux un maximum des prises pour la classe 28°C. En revanche la répartition des prises pour les listaos d'un poids supérieur à 6 kg présente un pic centré sur la classe 25°C qui représente à lui seul près de 50% des prises (la rareté de prises de cette catégorie, 560 tonnes seulement, limite toutefois beaucoup la signification de ce résultat).

7.3.1.3. Patudo

En Atlantique tropical oriental, Pianet (1981) situe la préférence thermique du patudo entre 20°C et 29°C et une préférence thermique entre 20°C et 22°C pour les patudos pêchés par des engins de surface le long des côtes entre le cap Lopez et l'Angola.

Comme pour l'albacore, nous avons analysé la répartition en fonction de la température des captures de patudos par les senneurs pour les individus de moins de 5 kg, pour ceux d'un poids compris entre 5 et 30 kg et pour ceux de plus de 30 kg. Pour les patudos de moins de 5 kg (figure 7.6), on note l'existence de deux modes centrés sur 23°C et 28°C, 60% des prises se faisant entre 26°C et 30°C; la taille très réduite de l'échantillon (445 tonnes), due essentiellement à la très mauvaise identification des petits patudos dans les livres de bord, rend celui ci très peu significatif. Pour les patudos de 5 à 30 kg, la courbe des prises par classe de températures présente sensiblement un plateau entre 23°C et 29°C. En revanche, pour les patudos de plus de 30 kg, 62% des tonnages pêchés, le sont à des températures inférieures à 25°C.

Les patudos adultes sont en fait surtout capturés avec des palangres, particulièrement avec des palangres profondes, dans des eaux infrathermoclinales dont les températures sont comprises entre 10° et 15°C.

7.3.2. Relation entre les captures de thons et l'oxygène dissous

La teneur en oxygène dissous de la masse d'eau, joue un rôle important dans la physiologie des thons comme nous l'avons vu dans le paragraphe 6.1.6. Sharp (1978) situe les besoins minimums en oxygène à 1.5 ml/l pour l'albacore et à 0.5 ml/l pour le patudo. Barkley et al. (1978) proposent la valeur de 5 ppm (environ 3.5 ml/l) d'oxygène dissous comme valeur à utiliser pour l'élaboration de modèle de distribution pour le listao. Ces auteurs ont pu ainsi dresser des cartes de répartition du listao dans le Pacifique. Dans l'océan Atlantique, Ingham et al. (1977) et Evans et al. (1979) ont tracé des cartes de répartition potentielle des listaos à partir du niveau d'immersion le plus faible de l'isotherme 18°C ou de l'isoplèthe 3.5 ml/l d'oxygène dissous. Les seconds auteurs trouvent que le listao est capable de vivre

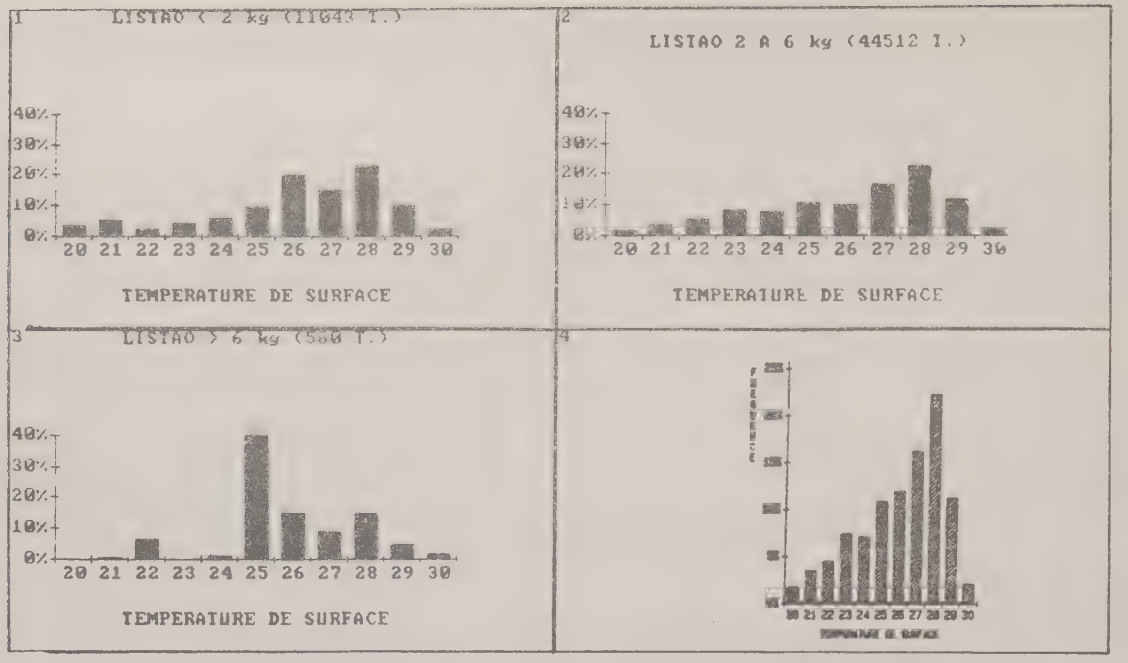


Figure 7.5 Prises de listao en fonction de la température de surface pour les senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983 (sous échantillon des calées pour lesquelles la température de surface et la composition spécifique par taille sont connues).

(1) listaos de moins de 2 kg
(2) listaos de 2 à 6 kg
(3) listaos de plus de 6 kg
(4) toutes tailles

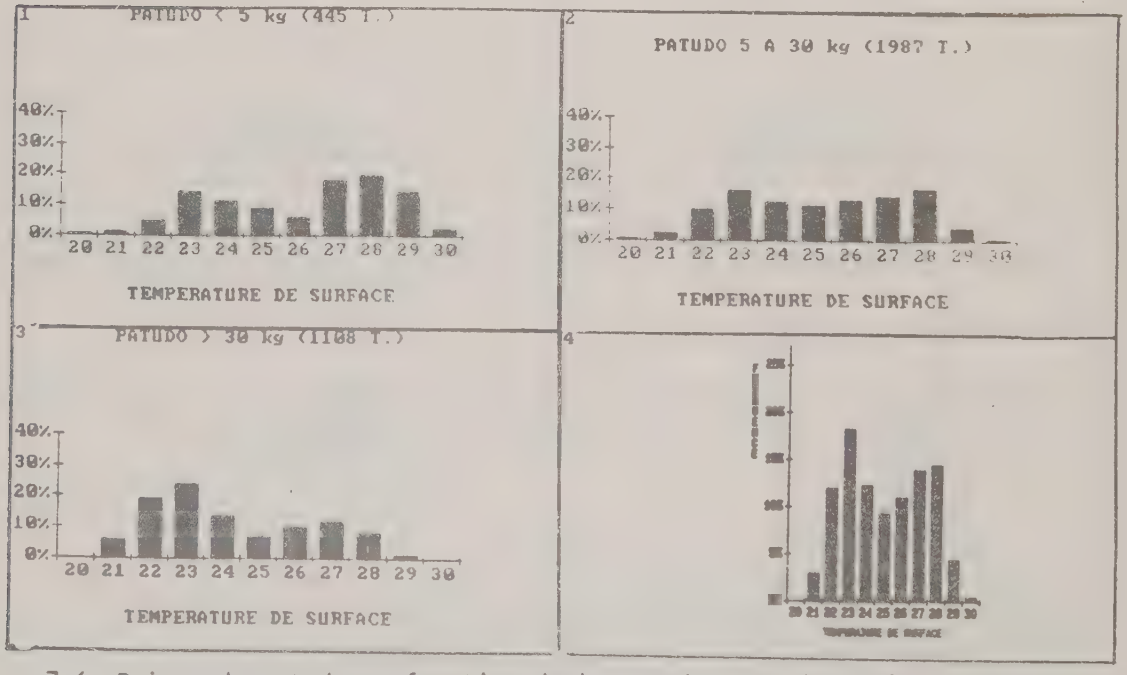


Figure 7.6 Prises de patudo en fonction de la température de surface pour les senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983 (sous échantillon des calées dont la température et la composition spécifique par taille sont connues).

(1) patudos de moins de 5 kg
(2) patudos de 5 à 30 kg
(3) patudos de plus de 30 kg
(4) toutes tailles

entre 40° nord et 34° sud. Ces auteurs pensent que dans les zones à upwelling côtier, dans les latitudes supérieures à 15°, l'habitat du listao est conditionné par la profondeur d'immersion de l'isotherme 18°C, alors que dans la bande équatoriale, entre 15° nord et 15° sud, cet habitat est plutôt conditionné par la concentration en oxygène dissous. Dans la région sud-est de l'Atlantique cependant, au large de l'Angola, les listaos capturés au troisième trimestre le sont, généralement, dans des zones où l'oxycline est très superficielle, entre 30 et 50 mètres de profondeur (figure 3.13).

7.3.3. Relation entre les captures de thons et la salinité de surface

Dans le golfe de Guinée, en dehors de la baie de Biafra (nord-est du golfe de Guinée), la salinité de surface varie de 32 à 36 °/oo. Il n'est pas possible de caractériser les zones de distribution des thons par les salinités de surface en dehors du fait que la faible salinité explique probablement les faibles captures de thonidés réalisées dans la zone nord-est du golfe de Guinée.

La salinité de l'eau de mer ne semble pas avoir d'effet direct sur les thons (Blackburn, 1965; Sund et al., 1981). Dans le cadre des études menées sur des albacores et des listaos en captivité, Dizon (1977), n'a pas observé de variations dans la vitesse de nage ou dans le comportement de ces thons quand la salinité baissait de 34 à 29 °/oo. En restant dans la gamme des valeurs que l'on rencontre habituellement dans le milieu naturel, on peut admettre que les thons ne seraient pas sensibles à des variations naturelles de salinité. Cependant, Donguy et al. (1977), notent des relations très nettes entre l'importance des prises de listaos et la salinité dans le Pacifique occidental. Dans les exemples présentés par ces auteurs, la salinité de surface est liée à des conditions océanographiques particulières telles que l'upwelling équatorial par vent d'est et un phénomène de "doming" vers 10° sud par vent d'ouest. Dans ces deux cas, Donguy et al. (1977), relèvent la présence d'un enrichissement superficiel. La salinité de surface n'est dans ce cas qu'un des principaux indicateurs de ces mécanismes d'enrichissement et non pas le paramètre agissant directement sur le comportement du listao.

Dans le golfe de Guinée, Caverivière et al. (1976), mettent en évidence pour l'albacore une relation entre la salinité et l'abondance des larves ou la ponte: ils n'ont jamais observé de larves dans des eaux de salinité inférieure à 33.5 °/oo. En revanche pour le patudo et le listao, des larves ont été trouvées dans des eaux à 31 °/oo.

7.3.4. Relation entre les captures de thons et la thermocline

Dans ce paragraphe, nous ne traiterons pas de la répartition verticale des thons abordée dans le chapitre 6. Le terme thermocline utilisé par les pêcheurs se rapporte plus à la profondeur de la couche homogène de surface ou "profondeur de la thermocline", qu'au gradient thermique vertical rencontré sous cette couche homogène.

Green (1967) analyse le taux de calées positives en fonction de la profondeur de la thermocline. De son étude portant sur 1855 coups de senne dans le Pacifique oriental tropical, il ressort que le taux de calées positives augmente quand l'épaisseur de la couche homogène est faible. Pour cet auteur, les meilleurs taux de calées positives se rencontrent quand la thermocline est à moins de 18.4 m et que le gradient de température dans la thermocline est supérieur à 0.55°C/m. Cet auteur pense que ces meilleurs taux de calées positives s'expliquent par la faible teneur en oxygène dissous (<1ml/l) observée juste en dessous de la thermocline. Blackburn et Williams (1975) trouvent que dans le Pacifique tropical oriental le maximum d'abondance des listaos se situe dans des zones où la couche homogène est à moins de 40 mètres. Sharp (1978) étudie les variations de la vulnérabilité de

l'albacore pêché à la senne en fonction de l'heure de la journée, de la profondeur de la couche homogène et de la profondeur des isothermes 23°C et 15°C pendant une période de 6 mois. Le choix de ces isothermes a été fait en fonction de critères physiologiques. Pour des pêches de thonidés non associés à des bancs de dauphins, cet auteur trouve dans le Pacifique oriental tropical une forte corrélation (r=0.94) entre la prise par unité d'effort et la profondeur de l'isotherme 23°C; il en conclut que la vulnérabilité maximum de l'albacore dans cette région apparaît dans des zones où l'isotherme 23°C est à une profondeur supérieure à 45 mètres et où l'isotherme 15°C est au dessus de 73 mètres. Il est à noter que dans le Pacifique tropical occidental, les senneurs pêchent dans des eaux où la thermocline est à une profondeur supérieure à 150 m. Evans et al. (1980) montrent également que dans le Pacifique tropical oriental, le nombre de calées positives contenant du listao est maximum quand la couche homogène est à 15 mètres.

Aucune analyse détaillée de ce problème n'a été réalisée dans le secteur de l'étude, cependant, on constate que, globalement, la zone de pêche des thons tropicaux par les engins de surface dans la zone coïncide avec celle où la thermocline est proche de la surface. Cela est clairement montré par la figure 7.7.

Des expériences de télémétrie acoustique montrent qu'un banc d'albacore nage essentiellement entre la surface et la base de la thermocline alors qu'un individu isolé a plutôt tendance à se diriger vers la thermocline (Carey et Olson, 1981). En Atlantique, en utilisant une marque ultrasonique, Levenez (1981) montre qu'un listao peut effectuer de nombreux et importants mouvements verticaux et franchir la thermocline; il observe même un listao passant rapidement d'une température de 28°C en surface à une température inférieure à 11°C à 400 mètres. A cette profondeur, la teneur en oxygène était probablement inférieure à 1.5ml/l. Les listaos plongeraient donc dans des eaux froides au cours d'incursions brèves mais répétées pour permettre une dissipation directe dans le milieu de la chaleur produite par les muscles (paragraphe 6.1.5).

7.3.5. Relation entre thon et productivité des eaux

7.3.5.1. Productivité des eaux intertropicales

Avant de décrire et d'analyser les différents systèmes productifs, nous allons étudier la productivité des eaux oligotrophes précédant la mise en place du système productif. Une eau oligotrophe est une eau épuisée en nitrates et dans laquelle il n'y a pas de production nouvelle; seule subsiste une production de régénération.

Il est classiquement admis que l'Atlantique tropical est faiblement productif à l'exception des zones où les conditions du milieu amènent en surface des sels nutritifs en quantité abondante (Herbland et al., 1983). Dans l'Atlantique tropical oriental en saison chaude, Herbland et Voituriez (1977) ont défini une Structure Tropicale Typique (STT), c'est à dire un système à deux couches dont celle de surface est dépourvue de nitrate. Nous empruntons à Herbland et al. (1983) la description de la structure tropicale typique: "Sous une couche homogène chaude, ne contenant pas de nitrate, peu de chlorophylle et saturée en oxygène, la nitracline coïncide toujours avec le maximum de chlorophylle et l'oxycline. Son niveau est situé au-dessus ou au dessous du gradient thermique maximum selon la profondeur et surtout l'intensité de ce dernier". Ces auteurs précisent que "la profondeur de la nitracline serait donc un indicateur de l'intensité du flux de nitrate dans la zone euphotique et que la profondeur de la nitracline devient donc le fil conducteur qui permet de relier les dômes les plus productifs aux convergences les plus profondes". Cette stucture tropicale typique cesse d'exister quand le nitrate apparaît en surface. En zone tropicale, c'est généralement à la base de la couche homogène que la production primaire est la plus forte, là où l'apparition des sels nutritifs dans la couche

euphotique stimule la production nouvelle. Toutefois le fonctionnement d'un écosystème oligotrophe est encore à ce jour largement une énigme (Herbland Com. pers.).

Ce qui conditionne la richesse d'une zone en phytoplancton, c'est l'intensité de la production nouvelle qui s'élabore à partir du nitrate provenant de l'eau profonde puisque la production de régénération consomme des composés organiques azotés dont l'urée et les acides aminés, qui ont déjà coûté de l'énergie à l'écosystème pour être produits.

Brandhorst (1958) souligne qu'un des facteurs les plus importants influençant l'aggrégation de poissons pélagiques dans les eaux tropicales est la présence de nourriture tributaire de la production du phytoplancton; dans le Pacifique tropical oriental, cet auteur trouve une relation inverse entre la profondeur de la thermocline et la quantité de zooplancton et cette quantité de zooplancton paraît être reliée, dans quelques régions, à l'abondance des thons.

Dans l'Atlantique tropical oriental, Le Borgne et al. (1983) trouvent également que dans les structures tropicales typiques la biomasse de zooplancton est d'autant plus élevée que la couche homogène superficielle est mince, donc que la thermocline est plus proche de la surface. Au contraire, dans les eaux oligotrophes où cette couche est épaisse, la biomasse du zooplancton est faible.

Si l'on considère le macroplancton-micronecton (animaux de 0.5 à 10 cm environ), Roger (1982) trouve dans les eaux oligotrophes une faible biomasse de ces animaux avec 311 mg/m^2 en poids sec contre 1165 mg/m^2 dans la zone la plus riche de l'Atlantique tropical (d'après cet auteur, 1 g de poids sec par m^2 en moyenne annuelle de macroplancton-micronecton représente 5 tonnes de biomasse fraîche par km^2). Au niveau taxonomique, les crustacés représentent 57% de la biomasse du micronecton total et les poissons 29%. Dans les zones oligotrophes, 47% de la biomasse se concentrent dans les 100 premiers mètres pendant la nuit contre 7.1% le jour.

7.3.5.2. Les processus d'enrichissement

Il existe en Atlantique tropical différents processus d'enrichissement des masses d'eaux. Nous avons regroupé dans le tableau 7.1 les taux de production primaire maximum observés dans l'Atlantique tropical oriental au sein des différents systèmes productifs.

Ces zones d'enrichissement ont un point commun: la remontée de la thermocline dans la couche euphotique. Les zones de remontée de sels nutritifs dans la couche euphotique sont le siège de processus de fertilisation de la masse d'eau (Margalef, 1978). Dans des expériences de fertilisation artificielle d'eaux oligotrophes de Méditerranée, avec des nitrates et des phosphates, Fiala et al. (1976) trouvent que le maximum de développement du phytoplancton a lieu au bout de 6 à 10 jours.

Dans l'Atlantique tropical oriental, le développement intensif du phytoplancton lors de l'enrichissement en nitrates de la couche euphotique, va être limité par le broutage intensif des herbivores. La relation linéaire positive entre chlorophylle et poids sec de zooplancton trouvée par Le Borgne et al. (1983), traduit le couplage entre biomasses zoo et phytoplantonique. Cette relation s'applique aussi bien dans des eaux oligotrophes que dans l'upwelling équatorial. Le Borgne et al. (1983) notent qu'avec l'augmentation de la production primaire, il n'y a pas seulement une augmentation de la biomasse du phytoplancton mais aussi une augmentation de la taille des cellules. Par ailleurs, Jones (1982) note également que les plus gros individus à chaque niveau trophique ont tendance à croître avec l'augmentation de la production primaire et que cette tendance apparaît à des niveaux élevés de la chaîne alimentaire. Aussi les poissons de taille commerciale peuvent se nourrir à des niveaux de la chaîne alimentaire

progressivement plus bas. Avec l'accroissement de la production primaire, la taille des plus grands individus à chaque niveau trophique croit et la chaîne alimentaire tend à être relativement courte (Jones, 1982). De plus, cet auteur souligne le fait que dans une zone de remontée d'eau en surface, le transport horizontal de cette masse d'eau est un facteur important, car il doit durer suffisamment longtemps pour permettre le développement de la chaîne alimentaire.

Le Borgne et al. (1983) évoquent également la "possibilité (pour le micronecton) lors d'un accroissement de la biomasse phytoplanctonique d'augmenter la part d'algues dans leur ration au détriment des autres particules: d'un régime omnivore, il pourrait passer à un régime franchement phytophage". Cette variation du régime alimentaire peut s'accompagner également d'un court-circuit de la chaîne alimentaire. C'est ce que suggère Jones (1982) pour la chaîne alimentaire aboutissant aux thons dans le golfe de Thailande. C'est ainsi que la chaîne alimentaire partant du phytoplancton pour aboutir aux thons peut emprunter deux "chemins" (figure 7.8). Le premier, le plus long, passe par deux étapes pour aboutir aux thons: les herbivores au sens large, puis par les larves de poissons et les juvéniles et/ou les invertébrés prédateurs. Le deuxième chemin ne passe que par une seule étape pour aboutir aux thons: les sardinelles, anchois, maquereaux (petits pélagiques cotiers) et le micronecton.

En zone d'upwelling, les plus gros herbivores sont des poissons. Cette forme de court-circuit de la chaîne alimentaire est décrite pour les thons au large de la Basse Californie (Griffiths, 1965 et Blackburn, 1969a). Au sein de la zone frontale, l'albacore et le listao se nourrissent essentiellement d'une espèce: le crabe rouge Pleuroncodes planipes; ce crabe pélagique est un herbivore.

Les schémas que nous venons de décrire sont valables pour des zones d'upwellings côtiers et pour des zones frontales qui leur sont associées dans le golfe de Guinée. En l'absence de structures frontales issues d'une remontée d'eau froide en surface, les processus de maturation de la masse d'eau sont plus lents. Cependant, Herbland et al. (1983) précisent "qu'il n'est pas nécessaire que des sels nutritifs parviennent en surface pour que la zone soit productive et que la couche homogène soit le siège d'une grande activité". Alors se pose la question de savoir si cette productivité est suffisante pour alimenter une production tertiaire capable à son tour de supporter des concentrations de thons. Herbland et al. (1983) estiment "que les variations à court terme des conditions hydrologiques ont probablement plus d'importance qu'on le pense."

7.3.5.3. Conclusion

Indépendamment de la complexité des mécanismes de productivité qui entrent en jeu, il est frappant de noter la forte corrélation qui existe entre les zones de forte production planctonique (figure 7.9) et celles de fortes captures en thons (figure 4.11).

7.3.6. Chaine alimentaire et nourriture des thons.

Dans le golfe de Guinée, Dragovich (1970) décrit la chaîne trophique qui aboutit aux thons en analysant les contenus stomacaux des poissons ingérés par les albacores et les listaos. Les résultats de cette étude confirment la dépendance de ces organismes proies envers la macrozooplancton. D'après Roger et Grandperrin (1976), dans le Pacifique tropical occidental, la faune migrante qui vit de jour en profondeur et ne vient dans les couches superficielles que la nuit, semble ne pas participer aux rations alimentaires des thons: ceux-ci se nourrissent essentiellement aux dépens des organismes qui restent dans les 200 premiers mètres pendant le jour.

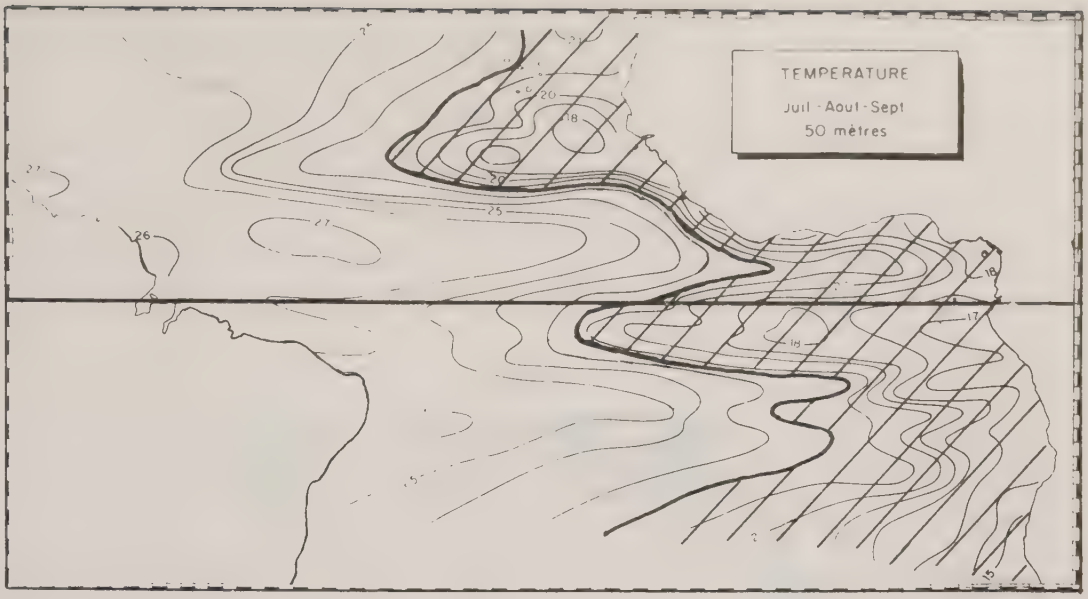


Figure 7.7 Zone de thermocline superficielle dans l'Atlantique intertropical, définie par l'isotherme 22° à une profondeur supérieure ou égale à 50 m (au troisième trimestre, d'après l'atlas de Merle 1978).

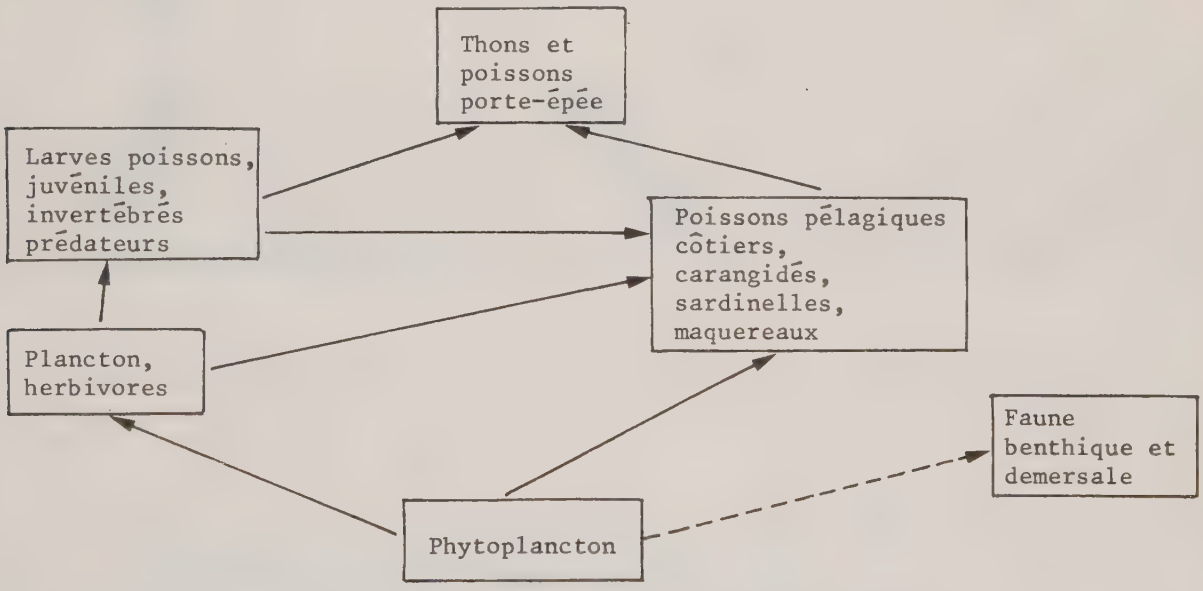


Figure 7.8 Schéma de la chaine alimentaire aboutissant aux thons dans le golfe de Thaïlande; d'après Jones 1981.

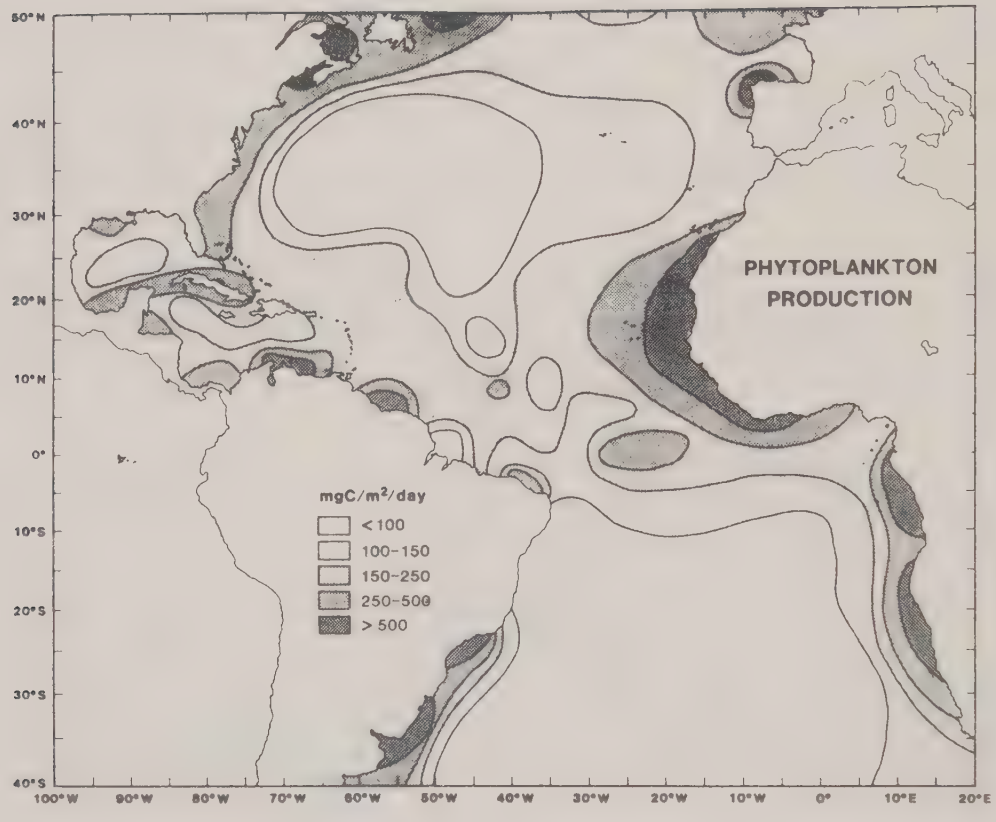


Figure 7.9 Production phytoplanctonique moyenne dans l'Atlantique (d'après Koblentz - Mishke et al., 1970; FAO, 1972).

Le paragraphe 6.1.4 analyse le régime et le comportement alimentaires des thons. Nous retiendrons en résumé que:

- l'albacore et le listao ont une nourriture très variée;
- ce sont des prédateurs actifs et opportunistes qui chassent à vue dans la zone épipélagique de l'océan. Le régime alimentaire des thons est potentiellement très varié, ceux ci ingérant aussi bien du macrozooplancton, des céphalopodes ou des poissons pélagiques;
- pour les juvéniles d'albacore et de listao, la nourriture serait un facteur limitant la croissance (Kitchell et al., 1978);
- pour les poissons adultes, le facteur limitant serait leur capacité à consommer et à assimiler la nourriture disponible (Kitchell et al., 1978) .

7.3.7. Conditions écologiques pour la reproduction

Sund et al. (1981) estiment que l'on rencontre des larves de thons dans des zones où les conditions d'environnement sont compatibles avec la ponte et la survie des larves et où la dérive (ou le transport) des larves les amènent dans des zones où les paramètres physiques et les conditions de nourriture sont optimums. Nous avons vu au paragraphe 6.1.1.6 que dans le golfe de Guinée, Caverivière et al. (1976), mettent en évidence que les larves d'albacore sont surtout abondantes dans des eaux chaudes d'une température supérieure à 28°C. La présence d'eaux chaudes est aussi un élément indispensable pour la maturation sexuelle et la ponte des listaos.

Sund et al. (1981) posent la classique et importante question de savoir si la migration ou le mouvement des thons vers les zones de ponte est "actif", "passif" ou le fruit du hasard. Dans le golfe de Guinée, bien que les connaissances sur la reproduction de l'albacore et du listao soient fragmentaires, on peut raisonnablement penser que les migrations génétiques de ces deux espèces sont à la fois actives et passives; c'est la conclusion adoptée pour le listao par Williams (1972) dans le Pacifique.

7.3.8. Conclusions

Les cinq paramètres d'environnement que nous venons d'évoquer: la température de surface, la teneur en oxygène dissous, la profondeur de la thermocline, le gradient de température qui lui est associé et la nourriture disponible, doivent être considérés dans leur ensemble car c'est le paramètre d'environnement qui sera proche de la valeur critique pour une espèce, à une taille et à un niveau physiologique donnés qui deviendra le facteur limitant dans la répartition des thons.

7.4. ANALYSE DES CAPTURES AU SEIN DES STRATES SPATIO-TEMPORELLES

7.4.1. Données historiques

Pour chaque strate spatio-temporelle, nous présenterons cinq types de graphiques:

Le premier (a) présente les prises en tonnes en fonction de la température de surface pour l'albacore, le listao et le patudo pour les senneurs FIS et espagnols de 1980 à 1983 (Sous échantillon des prises pour lesquelles la température de surface au lieu et jour de la prise est connue).

Le deuxième (b) présente les moyennes mensuelles des températures de surface (en 1/10 de degré) de 1964 à 1984 dans chacun des secteurs étudiés. Ces données sont issues du fichier des navires marchands (NODC, USA). Sur ce graphique, les traits verticaux encadrent la ou les périodes de pêche qui ont été retenues pour l'analyse.

Le troisième type de graphique (c) est une représentation des pêches par mois réalisées dans la zone considérée par les thoniers FIS et espagnols de 1979 a 1983.

Le quatrième type de graphique (d) est constitué par des cartes de pêche mensuelles avec la localisation précise des coups de senne de gros et de petits albacores et de listao par les senneurs FIS et espagnols de 1980 à 1983. Sur les cartes représentant les prises d'albacore, nous avons porté la position des isothermes mensuels tirés de l'atlas d'Hastenrath et Lamb (1977). Ce type de représentation donne une image des températures de surface moyennes rencontrées dans la zone de pêche. Il ne faut pas perdre de vue toutefois que ces températures ne sont pas concommitantes aux données de pêche et ne constituent qu'une réalité statistique moyenne des températures de surface dans le secteur.

Le cinquième graphique (e) présente une estimation des prises totales par l'ensemble des engins de surface, pour les trois espèces de thonidés, de 1969 à 1982, dans chacun des secteurs géographiques étudiés.

7.4.2. Zone Mauritanie

L'hydrologie de cette zone a surtout été décrite pendant l'hiver boréal au moment où se développe l'upwelling côtier qui est un des plus importants de l'océan mondial.

La zone Mauritanie est historiquement une des premières zones de pêche explorée par les flottilles thonières européennes. La saison de pêche s'étend de juin à octobre; elle débute à la fin de la saison froide et s'étend pendant toute la saison chaude (figure 7.10.b). On retrouve ce phénomène de transition hydrologique dans la répartition des prises de thons en fonction de la température, avec des pêches d'albacores, de listaos et de patudos dans des eaux d'une température comprise entre 22°C et 28°C (figure 7.10.a). Les cartes de localisation des prises (figure 7.10.d) montrent que les thons sont péchés à la limite du plateau continental au sud-ouest du banc d'Arguin, à proximité immédiate d'une zone très riche en poissons pélagiques côtiers. Les zones de pêche sont très restreintes et ce n'est qu'à partir du mois d'octobre que les thons se dispersent vers le sud.

7.4.3. Zone Sénégal

L'hydrologie de la province maritime sénégalo- mauritanienne est décrite par Berrit (1962), Rossignol et Aboussouan (1963), Champagnat et Domain (1978) et Rebert (1979). Cette région se situe dans la zone de balancement du front intertropical au nord duquel est établi un régime d'alizés. L'influence de ces vents se fait sentir jusqu'à 10° nord en hiver et jusqu'à 21° nord en été. Il en résulte l'apparition d'une saison froide qui s'étend de décembre à mai et d'une saison chaude qui débute en juin. En saison froide, les vents renforcent à la côte le refroidissement saisonnier et cet upwelling particulièrement important amène en surface des eaux froides, en moyenne moins de 22°C, avec localement des températures qui sont à la côte inférieures à 18°C; ces eaux froides sont riches en éléments nutritifs. En saison chaude, les alizés faiblissent, les remontées d'eaux cessent, les eaux froides sont recouvertes d'eaux chaudes, plus de 27°C, associées au contre courant équatorial nord.

Les cartes de températures de surface montrent la présence d'une structure frontale au large des iles Bissagos entre 8° nord et 13° nord de mars à juin. Cette zone est homologue de celle du cap Lopez dans l'hémisphère sud. Bien que le front des Bissagos n'ait pas été étudié comme celui du cap Lopez et qu'il soit probablement moins bien caractérisé, on peut raisonnablement penser que les phénomènes hydrologiques et d'enrichissement y sont similaires mais cependant moins importants.

On peut distinguer dans cette zone deux saisons de pêche: la première s'étend en avril et mai , la deuxième de juillet à septembre. Ces deux périodes de pêche sont très nettement différenciées au niveau des prises en fonction de la température de surface :

Au cours de la saison de pêche qui s'étend d'avril à mai, période qui correspond à la fin de la saison froide et au début de l'installation de la saison chaude, on retrouve cette transition dans la répartition des prises de thons en fonction de la température, avec des pêches d'albacores et de listaos dans des eaux d'une température supérieure ou égale à 25°C et des pêches dans des températures inférieures à 25°C (figure 7.11.a). Le maximum des prises s'observe à 23°C. D'après Cayré (1985), les listaos qui alimentent les pêches observées au large du Sénégal et des îles du Cap Vert en avril-mai, proviennent d'une zone située au large du Liberia. Ces listaos resteraient dans la zone Sénégal pendant tout l'été.

La deuxième période de pêche qui s'étend de juillet à septembre est la plus importante au niveau des prises. Les pêches d'albacores et de listaos se font dans des eaux chaudes dont la température est comprise entre 26°C et 30°C (figure 7.11.a). Il est à noter que la quasi totalité des prises se fait dans une frange très étroite, juste au delà de l'isobathe 200 mètres et à proximité immédiate du plateau continental. Nous avons porté sur la figure 7.12 les prises totales de listaos des mois d'août 1980 à 1983, par les senneurs FIS et espagnols, entre 13° nord et 15° nord en fonction de la longitude, c'est-à-dire, approximativement, de la distance à la côte. Le pic des prises se situe entre 17°45' et 17°55'ouest. On doit, pour expliquer cette concentration extrême des thons, envisager l'hypothèse que ceux ci se nourrissent activement sur les importants stocks de pélagiques côtiers qui demeurent l'été dans le secteur entre deux saisons d'upwelling. La biomasse estivale de poissons pélagiques cotiers dans le secteur est estimée par échointégration en moyenne à plusieurs centaines de milliers de tonnes (Levenez com. pers.). Cette hypothèse demanderait à etre confirmée par des observations de contenus stomacaux.

7.4.4. Zone Guinée

Cette région est une zone frontière entre les régions nord soumises au régime climatique de l'hémisphère nord et les régions sud placées sous le régime climatique de l'hémisphère austral. L'amplitude annuelle des variations de la température de surface est faible, de l'ordre de 2 à 3°C (figure 7.13.b). Une remontée de la thermocline en été boréal associée à la circulation cyclonique de l'extrémité est du contre-courant equatorial nord, se traduit par une thermocline en forme de dôme. Cette structure hydrologique a été étudiée par plusieurs auteurs: Rossignol et Meyrius (1964), Mazeika (1967), Voituriez et Dandonneau (1974) ainsi que Voituriez et Herbland (1982). Voituriez et Dandonneau (1974) montrent que "cette structure particulière de la thermocline qui n'atteint pas la surface, entraine un accroissement important de la production primaire, dont on peut penser qu'il favorisera le développement de la chaîne trophique pouvant conduire à la présence de nourriture pour le thon".

On a distingué dans cette région deux saisons de pêche: la première de mars à mai et la deuxième de moindre importance de septembre à novembre.

Les importantes prises d'albacore et de listao réalisées de mars à mai peuvent être reliées au fait que cette région est située à la limite de l'upwelling sénégalo-mauritanien et du front qui lui est associé (Berrit, 1962): il est probable que cette structure frontale et l'advection par les eaux issues de l'upwelling côtier, contribue au développement d'une nourriture favorable à la présence du thon en début d'année. La distribution des captures en fonction de la température est le reflet de la complexité hydrologique de cette zone à cette période de l'année. En effet, les prises d'albacores et de listaos en fonction de la température (figure 7.13.a) se

Figure 7.10 Prises et températures dans le secteur "Mauritanie":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, canneurs FIS, période 1980 à 1983, opérations de pêche pour lesquelles la température de surface est connue, de mai à novembre.

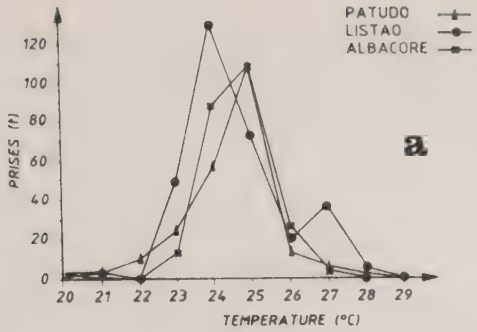
(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (la période qui correspond à la saison de pêche est notée par des tirets).

(c) Prises de patudos (c1), d'albacore (c2) et de listaos (c3) par mois par les canneurs FIS de 1969 à 1984.

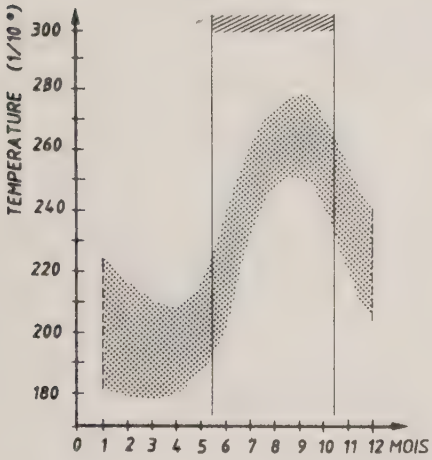
(d) Localisation des captures mensuelles d'albacores, de listaos et de patudos dans le secteur, de mai à novembre.

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

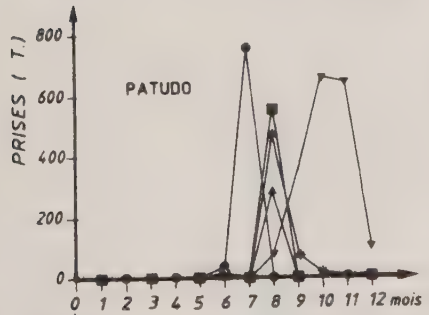
MAURITANIA



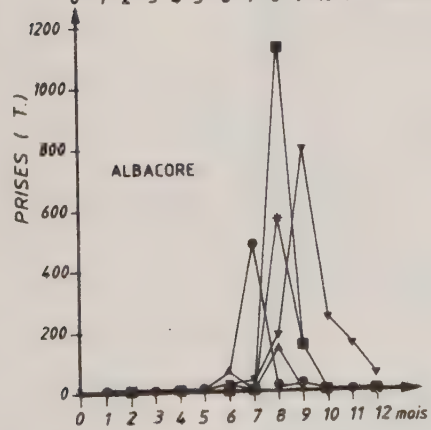
a



b

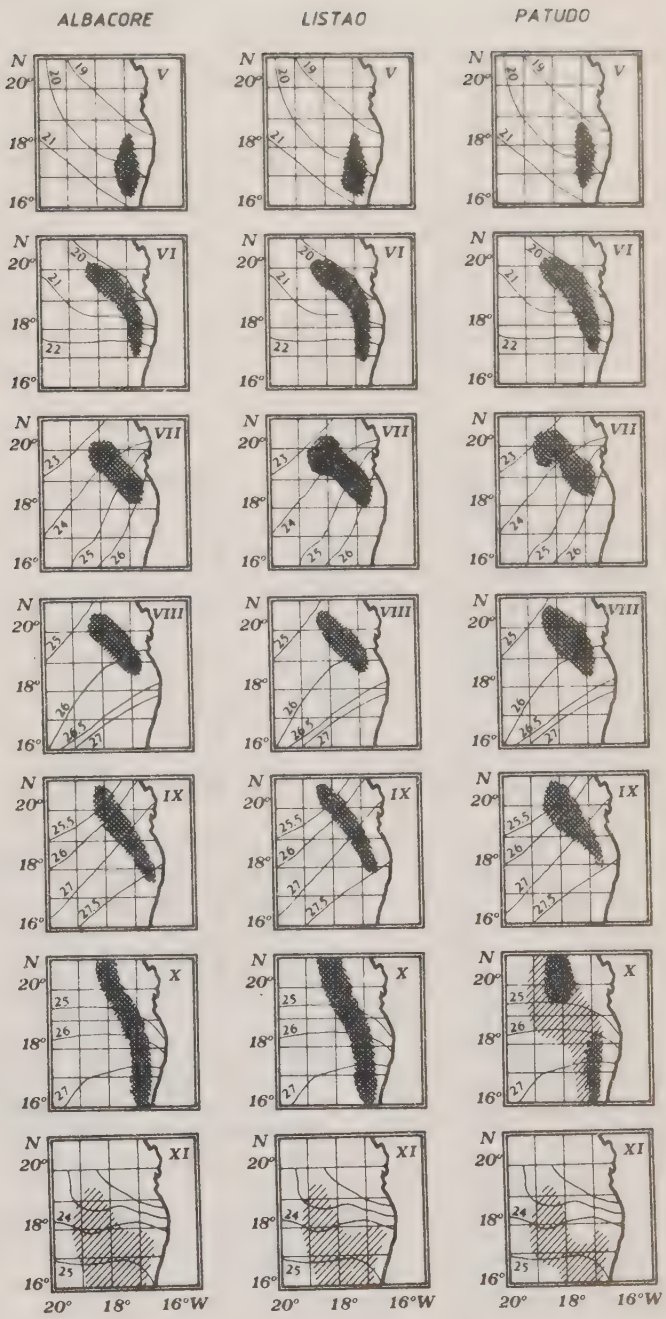


c_1

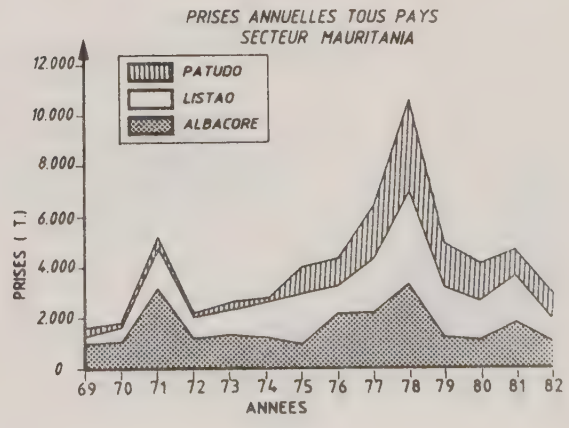


c_2

c_3



d



e

FIGURE 7.10

Figure 7.11 Prises et températures dans le secteur "Sénégal":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: (a1) d'avril à mai et (a2) de juillet à septembre.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (les périodes qui correspondent aux saisons de pêche sont notées par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c2) et de listao (c1) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos dans le secteur, d'avril à mai (d1) et de juillet à septembre (d2).

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

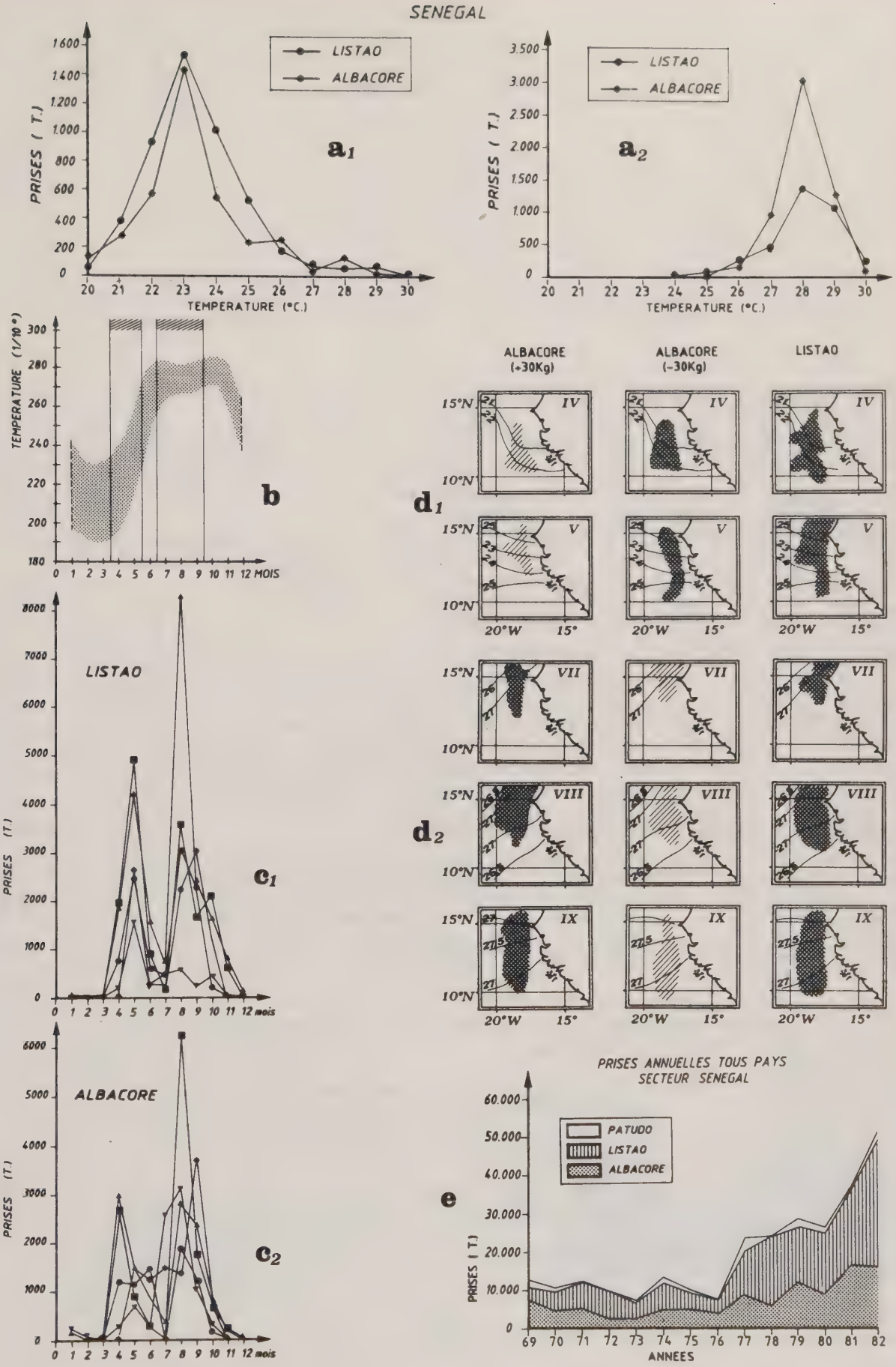

SENEGAL
LISTAO
ALBACORE
PRISES (T.)
TEMPERATURE (°C.)
a1
a2
TEMPERATURE (1/10 °)
MOIS
b
LISTAO
c1
ALBACORE
c2
PRISES (T.)
mois
ALBACORE (+30Kg)
ALBACORE (-30Kg)
LISTAO
15°N
10°N
20°W
15°
IV
V
VII
VIII
IX
d1
d2
PRISES ANNUELLES TOUS PAYS
SECTEUR SENEGAL
PATUDO
LISTAO
ALBACORE
e
ANNEES

FIGURE 7.11

Figure 7.13 Prises et températures dans le secteur "Guinée":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: (a1) de mars à mai et (a2) de septembre à novembre.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (les périodes qui correspondent aux saisons de pêche sont notées par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c1) et de listao (c2) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30 kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos dans le secteur, de mars à mai (d1) et de septembre à novembre (d2).

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

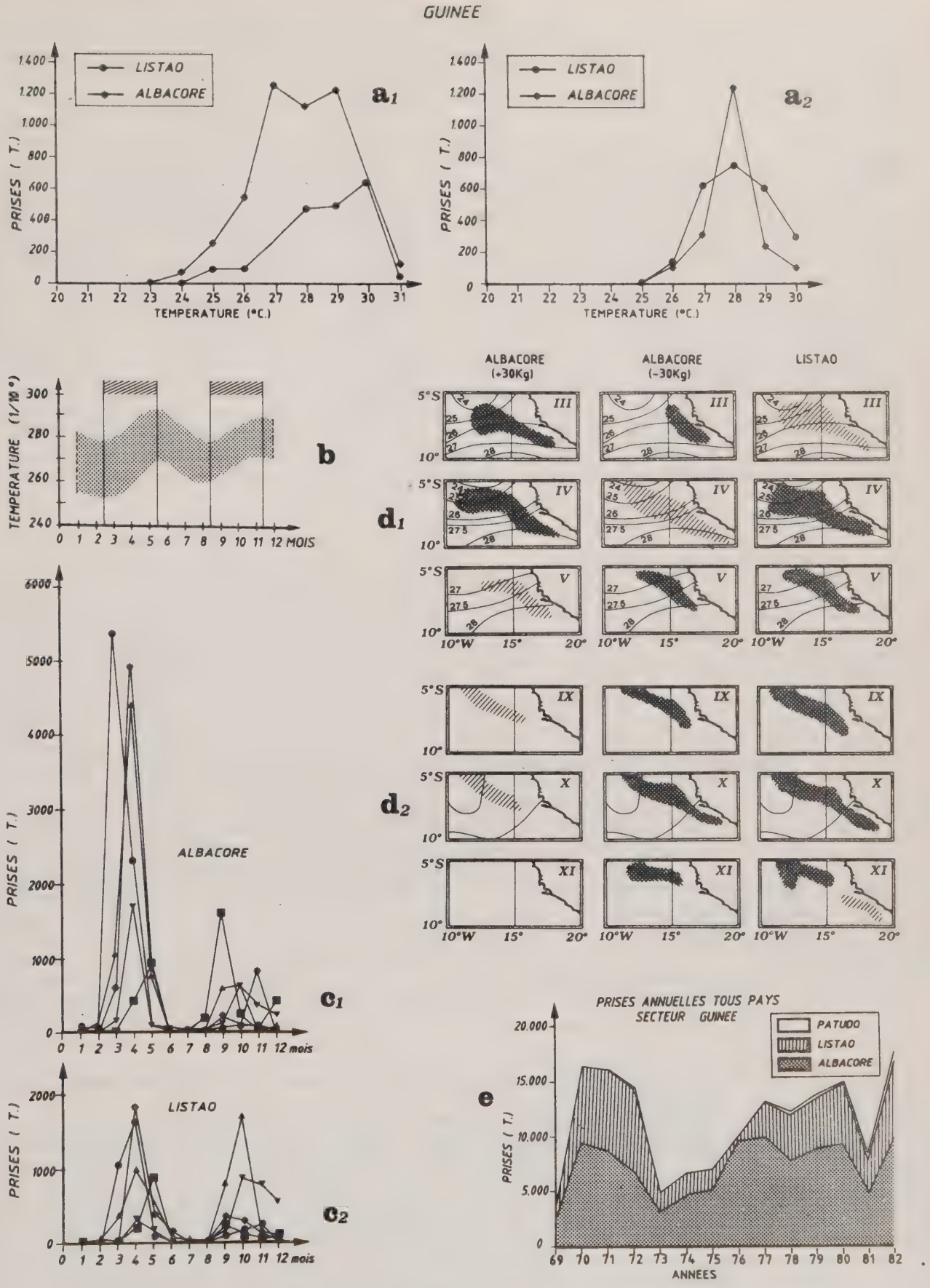

GUINEE
LISTAO
ALBACORE
PRISES (T.)
TEMPERATURE (°C.)
a1
a2
TEMPERATURE (1/10 °)
TEMPERATURE (°C.)
b
ALBACORE (+30Kg)
ALBACORE (-30Kg)
LISTAO
d1
d2
ALBACORE
LISTAO
PRISES (T.)
c1
c2
PRISES ANNUELLES TOUS PAYS
SECTEUR GUINEE
PATUDO
LISTAO
ALBACORE
ANNEES
e

FIGURE 7.13

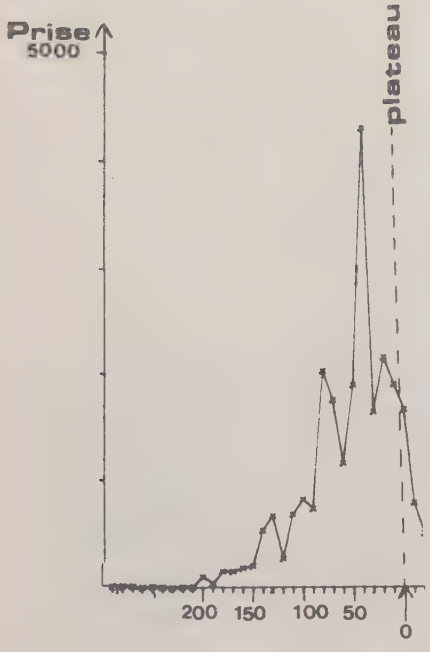


Figure 7.12 Distribution en longitude des captures de listao, par intervalles de 10 milles, dans le zone 14 à 15° nord durant le mois d'août, période 1980 à 1983. La limite du plateau continental est située approximativement sur l'axe des x au point noté 0.

Tableau 7.1 Tableau comparatif des valeurs moyennes de Production Primaire Intégrée exprimées en $mgC/m^2/h$ rencontrées dans différents systèmes productifs du golfe de Guinée.

	Upwel. Maurit.	Front C. Lopez	Domes Gui. & Ang	Equateur C. ther.	Equateur upwel.	Convergence
Prod. Prim. Intégr. Val. moyenne $mgC/m^2/h$	137 - 200 (1)	73 (2)	80 (1)	70 (3)	133 (4)	38 (3)

(1) VOITURIEZ et HERBLAND (1982)
(2) Valeur calculée par VOITURIEZ et HERBLAND (1977) d'après DUFOUR et STRETTA 1973
(3) VOITURIEZ et HERBLAND (1977)
(4) VOITURIEZ et HERBLAND (1978)

font au sein d'une large plage thermique (25° à 30°C). Par ailleurs, ces importantes prises peuvent aussi être le résultat de concentrations liées à la reproduction des albacores et des listaos. Albaret (1977), met en évidence une aire de ponte pour l'albacore, (moins importante toutefois que celle localisée dans le "fond" du golfe de Guinée), au large de la Guinée pendant le premier trimestre de l'année.

La deuxième saison de pêche débute dans cette région à la fin de l'été boréal, à une époque où la structure en dôme de la thermocline est présente mais s'atténue du fait de la plongée du contre-courant equatorial nord. La distribution des captures en fonction de la température de surface reflète l'homogénéité spaciale des températures à cette époque. Plus de 80 % des prises sont réalisées dans une gamme thermique allant de 27° à 29° C (figure 7.13.a). Comme pour les zones Mauritanie et Sénégal, on doit envisager l'hypothèse que les thons viennent se nourrir à la limite du plateau continental au dépens de l'important stock de poissons pélagiques côtiers présents au large des iles Bissagos. On doit aussi considérer l'hypothèse complémentaire que les thons se nourrissent dans le secteur sur la production pélagique issue de l'enrichissement du dôme de Guinée. Une autre hypothèse à ne pas écarter est celle de pêches associées à des dispositifs concentrateurs de thons; Stretta et Slepoukha (1986) soulignent que dans les zones côtières au large du Liberia, la proportion des pêches sur épave par rapport aux pêches totales dans la zone est supérieure à 40% (paragraphe 6.1.7).

7.4.5. Zone Libéria

La zone Liberia est une zone complexe pour laquelle peu d'études hydrologiques ont été faites. C'est une zone où l'amplitude du signal thermique annuel est importante (figure 7.14.b). Le refroidissement des eaux dans cette zone pendant l'été boréal est à relier au refroissement côtier à l'est de cette zone dans la province maritime ivoirienne et au refroissement en liaison avec l'upwelling équatorial (Grouzov, 1971). Cette zone est une zone de convergence entre le contre-courant equatorial nord et la partie nord du courant équatorial sud. Le tableau 7.2 qui présente les différentes valeurs de production du micro et du mésozooplancton montre qu'au sein de cette zone de convergence cette productivité n'est pas négligeable.

On a distingué dans cette zone deux saisons de pêche, la première de janvier à avril et la deuxième d'octobre à décembre. Dans cette zone les listaos ont tendance à se regrouper entre 2° et 4° nord (figure 7.14.d et figure 7.15). Comme pour la région Guinée, les prises d'albacores et de listaos pendant la première saison se font dans une large plage thermique (figure 7.14.a1). En revanche la gamme thermique dans laquelle se situe la deuxième saison de pêche est beaucoup plus restreinte de 27°C à 29°C (figure 7.14.a2). L'abondance des thons dans le secteur et leur forte concentration entre les latitudes 2° nord et 4° nord demeurent mal expliquées, bien que cette distribution soit probablement en relation avec des facteurs de l'environnement.

7.4.6. Zone Equateur

La région équatoriale de l'Atlantique est caractérisée par la présence de deux mécanismes d'enrichissement de la masse d'eau. Le premier se situe en janvier-février et les plus fortes valeurs de chlorophylle sont situées entre 1°30' sud et 3° sud. Cette importante productivité est associée à la présence d'une crête thermique observée entre 2° et 3° sud. Une crête thermique est une remontée de la thermocline dans la couche euphotique, la thermocline n'atteignant toutefois pas la surface. Cette crête est un trait permanent de la structure thermique dans la zone équatoriale de l'océan Atlantique. Elle a été observée par 4° ouest en novembre 1971 (Dufour et Stretta, 1973a), à 10° ouest en novembre 1973 (Stretta, 1975) et jusqu'à 20° ouest (Voituriez et Herbland, 1977). Ces derniers auteurs remarquent que dans ce type de

Figure 7.14 Prises et températures dans le secteur "Libéria":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: (a1) d'octobre à décembre et (a2) de janvier à avril.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (les périodes qui correspondent aux saisons de pêche sont notées par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c1) et de listaos (c2) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos, dans le secteur, d'octobre à décembre (d1), et de janvier à avril (d2).

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

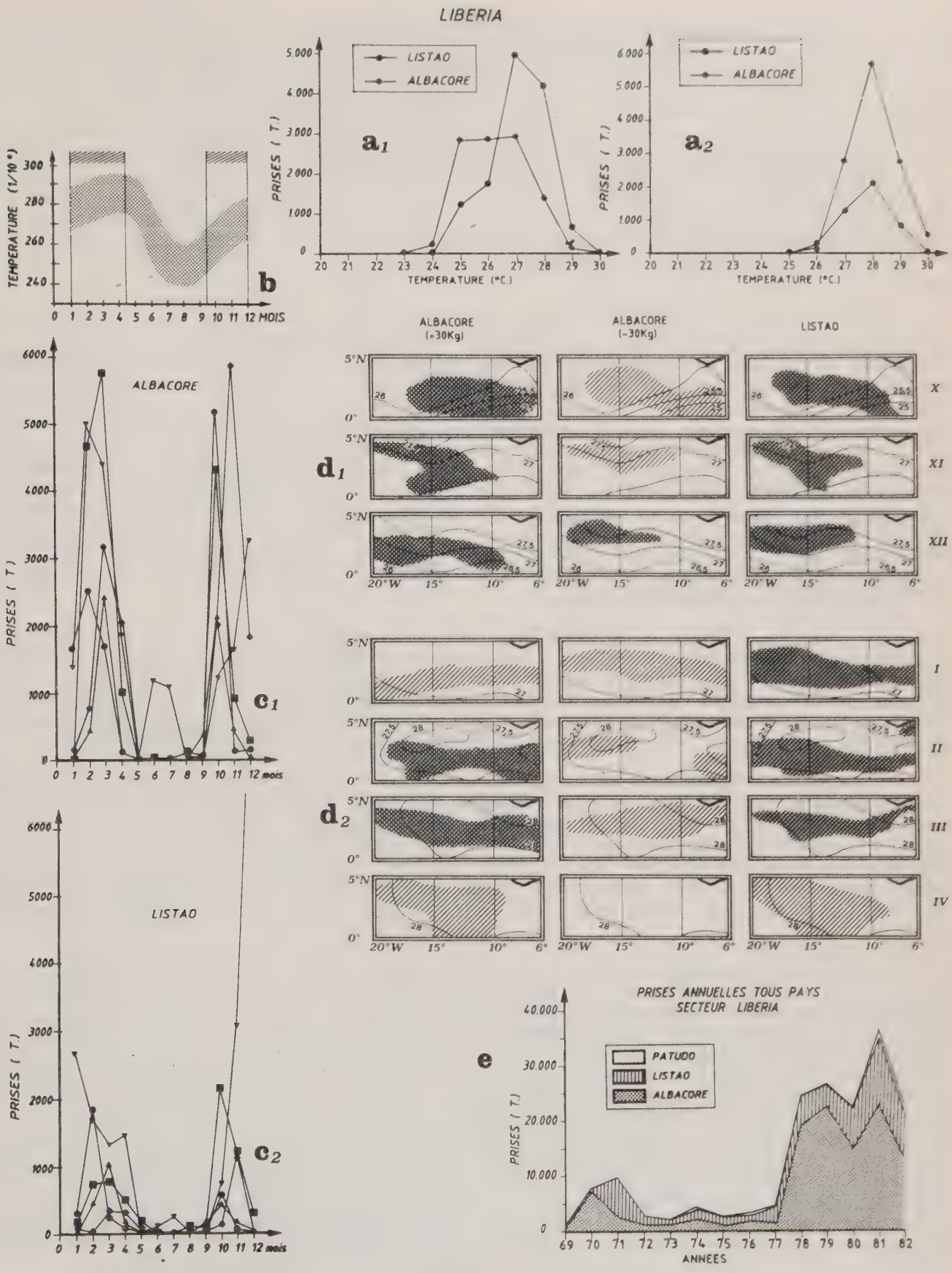

LIBERIA
LISTAO
ALBACORE
PRISES (T.)
a1
a2
TEMPERATURE (°C.)
TEMPERATURE (1/10 °)
b
MOIS
ALBACORE
c1
LISTAO
c2
mois
ALBACORE (+30Kg)
ALBACORE (-30Kg)
LISTAO
d1
d2
X
XI
XII
I
II
III
IV
20°W
15°
10°
6°
PRISES ANNUELLES TOUS PAYS
SECTEUR LIBERIA
e
PATUDO
ANNEES

FIGURE 7.14

structure, le maximum de chlorophylle s'observe au niveau de la nitracline qui ne coïncide pas forcément avec la picnocline. Si la nitracline n'est pas trop profonde, on observe un maximum de production primaire qui peut s'élever jusqu'à 70 mgC/m^2/h (Tableau 7.1). La présence de cette crête thermique vers 2° à 3° sud, va créer une source permanente d'enrichissement et les variations de l'écosystème se font suivant un état d'équilibre. Dandonneau (1975) note que dans ce type d'écosystème, les apports de sels nutritifs sont suffisamment lents pour que les deux populations de phytoplancton et de zooplancton aient le temps de s'y adapter. L'effet de cette crête thermique est particulièrement net à l'examen de la figure 7.16 qui représente les prises d'albacore dans le secteur en fonction de la latitude, par intervalles de 10 milles nautiques. Le maximum des prises se situe entre 1°30' sud et 3° sud.

Si la crête thermique semble être un trait permanent de la structure thermique dans l'Atlantique pendant la saison chaude, en revanche, le deuxième mécanisme d'enrichissement correspond à l'upwelling qui se développe en saison froide dans la région équatoriale de juillet à septembre (ou divergence équatoriale). D'après Voituriez et Herbland (1977), cet upwelling se caractérise par un refroidissement et un enrichissement en nitrates entre 0°30'nord et 1°30'sud, centrés sur 0°30'sud. L'essentiel de la production se situe en surface. Les eaux froides issues de cette divergence vont se heurter aux eaux chaudes présentes au nord et former une zone frontale (qui n'atteint pas l'ampleur de celle située au large du cap Lopez). Dans les eaux issues de l'upwelling, la productivité est élevée (tableau 7.1) avec toutefois d'importantes variations rattachées à la forte turbulence qui règne à l'équateur. Selon Voituriez et Hisard (1975), cette turbulence contrarie le développement du phytoplancton.

Le Borgne (1977) a montré que la production du zooplancton est plus élevée en saison froide (juillet-septembre) qu'en saison chaude (décembre-mars), le rapport de production entre les deux saisons étant très proche de celui des biomasses. Cet auteur estime la productivité annuelle moyenne de la zone équatoriale à 21.5 tonnes de carbone de macroplancton et de micronecton, soit 215 tonnes de matière fraiche par mille-carré.

Cette zone Equateur pourrait être qualifiée comme étant une région où l'on ne pêche que de l'albacore (figure 7.17.e). Cette pêche se déroule dans cette zone après la période d'upwelling dans les eaux à forte productivité de la divergence équatoriale. Les cartes de températures hebdomadaires de la surface de la mer fournies par la NOAA (cartes GOSSTCOMP) mettent en évidence dans cette région la présence d'importantes cellules de remontées d'eaux froides qui créent ainsi des enrichissements très localisés de la masse d'eau.

La prédominance d'albacores de plus de 30 kg (figure 7.17.d) est à relier au fait que cette zone semble une des principales aires de reproduction de l' albacore (paragraphe 6.1.1). D'après Albaret (1977), la maturation des ovaires des femelles d'albacore débuterait début décembre et durerait jusqu'au mois de mars et la ponte aurait lieu au cours du premier trimestre. L'essentiel de la ponte se déroulerait en Atlantique tropical oriental dans deux zones: la principale, qui est située dans le "fond" du golfe de Guinée de 5° nord à 5° sud et s'étend de la côte africaine au méridien de Greenwich (figure 6.9). Une deuxième zone de ponte, se trouverait au large du Liberia. Les gonades des thons capturés dans la zone de pêche située à l'ouest du méridien de Greenwich et au sud de l'équateur n'ont jamais été échantillonnées, mais on peut admettre l'hypothèse que ces individus sont eux aussi en phase de reproduction durant le premier trimestre. Les albacores en migration, sans doute associée à leur cycle de reproduction, rencontrent alors des conditions favorables à la ponte.

L'absence presque complète de pêche d'albacores dans la zone de mai à novembre demeure difficile à expliquer car les eaux de ce secteur sont

Tableau 7.2 Tableau comparatif des valeurs moyennes de Production du microzooplancton et du mésozooplancton exprimées en mg rencontrées dans différents systèmes productifs du golfe de Guinée.

	Dôme Angola	Eaux oligot.	C.E.N.	Equateur C. ther.	Equateur upwel.	Convergence
Prod. micro. + mesozoo. poids sec mg	525	139 - 360	683	394*- 1 318	592- 2 360	570- 994

* Sans le microzooplancton.

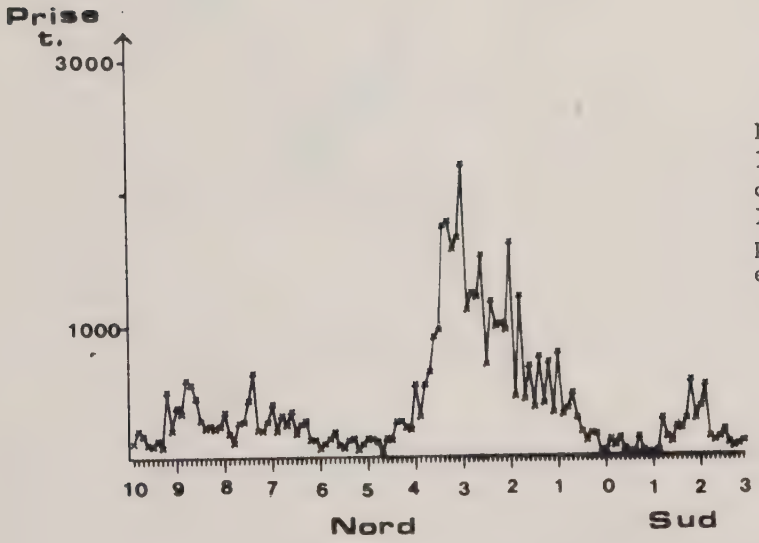


Figure 7.15

Distribution en latitude des captures de listao, par intervalles de 10 milles, dans la zone 25º ouest à 10º ouest de 10º nord à 3º sud, de novembre à mars, période 1980 à 1983, senneurs FIS et espagnols.

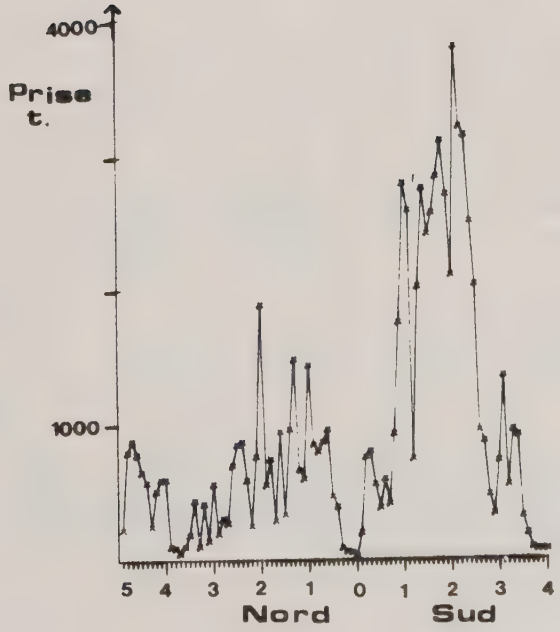


Figure 7.16

Distribution en latitude des captures d'albacores, par intervalles de 10 milles dans la zone 10º ouest à l'équateur, entre 5º nord et 4º sud, de novembre à mars, période 1980 à 1983, senneurs FIS et espagnols.

Figure 7.17 Prises et températures dans le secteur "Equateur":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue, de décembre à mars.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (la période qui correspond à la saison de pêche est notée par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c1) et de listaos (c2) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos, dans le secteur, de décembre à mars.

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

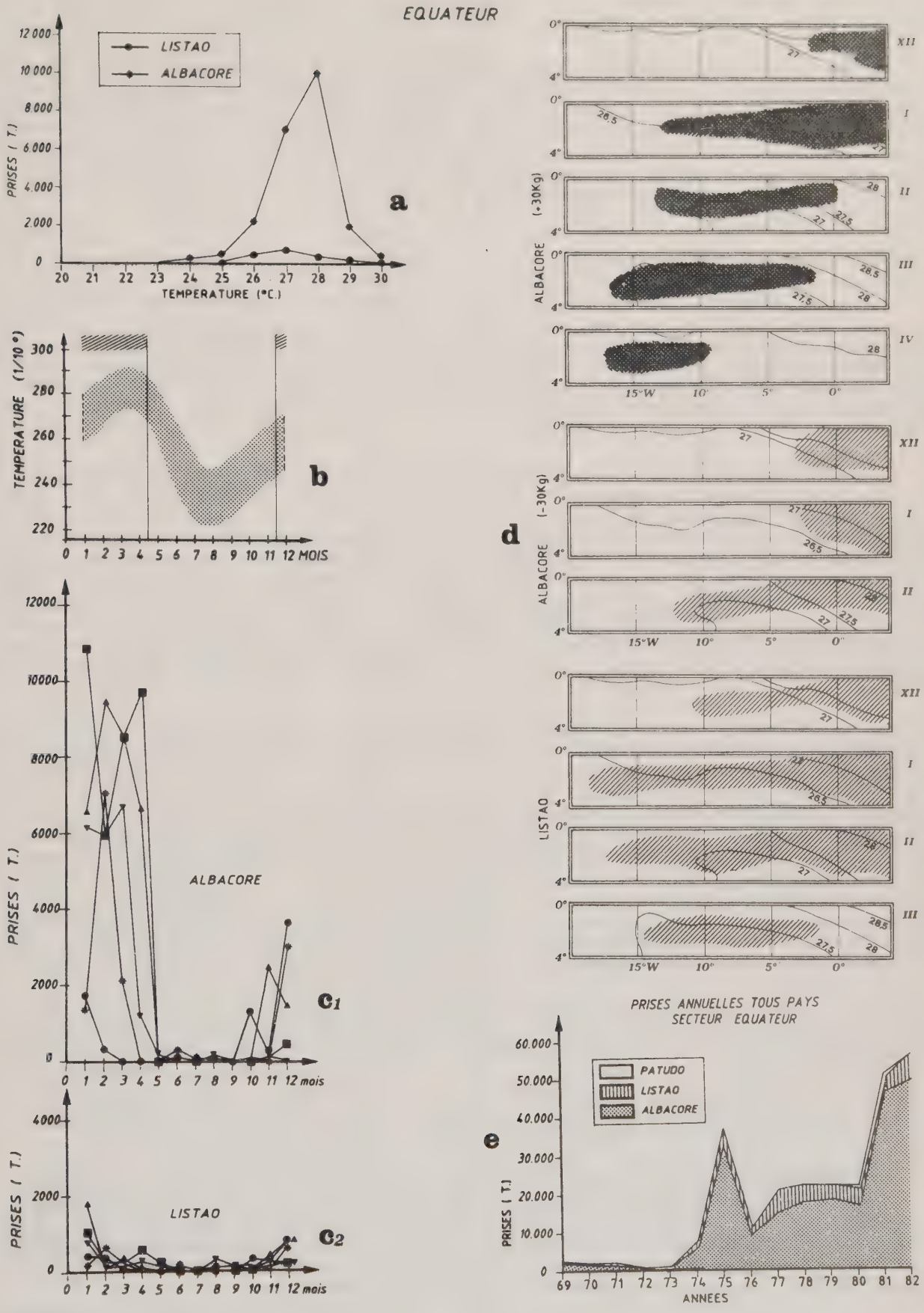

EQUATEUR
LISTAO
ALBACORE
PRISES (T.)
TEMPERATURE (°C.)
a
TEMPERATURE (1/10 °)
b
ALBACORE
c1
LISTAO
c2
12 mois
ALBACORE (+30Kg)
ALBACORE (-30Kg)
LISTAO
d
15°W
10°
5°
0°
XII
I
II
III
IV
PRISES ANNUELLES TOUS PAYS
SECTEUR EQUATEUR
PATUDO
LISTAO
ALBACORE
e
ANNEES

FIGURE 7.17

productives toute l'année et la température de l'eau y est compatible avec leur présence.

On constate par ailleurs que les prises d'albacores sont principalement observées entre 26° et 29°C (figure 7.17.a). On peut aussi relever un net déplacement vers l'ouest des lieux de pêche entre décembre et avril (figure 7.17.d). Ce déplacement se fait dans toute la zone de la crête thermique entre l'équateur et 3° sud; ce mouvement ne peut pas s'expliquer par une recherche de nourriture, l'ensemble de la zone étant sous l'influence du processus d'enrichissement équatorial.

7.4.7. Zone Ghana

La zone Ghana s'étend de la côte d'Ivoire au Ghana et englobe donc les plateaux continentaux de ces deux pays. L'hydrologie du plateau continental ivoirien est décrite par plusieurs auteurs: Varlet (1958), Morlière (1970), Morlière et Rebert (1972), Lemasson et Rebert (1973) et Binet (1976). De ces articles, il ressort que les eaux tropicales, chaudes (28°C) et dessalées (S<35°/oo) recouvrent l'eau centrale sud-Atlantique pendant la majeure partie de l'année.

L'enrichissement de cette zone côtière provient d'upwellings côtiers qui se produisent sporadiquement en janvier et février déterminant une "petite saison froide" pendant la "grande saison chaude". Un upwelling plus intense dont les mécanismes de déclenchement sont analysés par Picaut (1983) apparait de juillet à septembre. Cet upwelling amène dans la couche superficielle des eaux salées (S>35 °/oo) et froides (22°C), riches en éléments nutritifs . Binet (1976) montre que la production primaire répond aux enrichissements du milieu occasionnés par les upwellings et que la majeure partie de la production secondaire est liée aux variations de la température. Les apports en sels nutritifs d'origine fluviatiles semblent aussi importants dans cette zone.

La zone Ghana telle qu'elle est représentée sur la figure 7.2 englobe à la fois la frange côtière avec le plateau continental ivoiro-ghanéen dans la région du cap des Trois Pointes et la province maritime du large jusqu'à 1° nord entre 5° est et 6° ouest. Dans cette région en été boréal vers 3° nord, une zone de transition se forme entre les eaux froides issues de l'upwelling côtier et les eaux froides issues de la divergence équatoriale. Cette zone de transition où s'effectue le mélange entre les eaux chaudes tropicales définies plus haut, et les eaux froides issues du nord et du sud, a pu être observée lors de prospections de radiométrie aérienne. Cette masse d'eau de transition, d'une température comprise entre 24.5° et 26.5°C a été observée entre 0° et 10° ouest (la région maritime à l'ouest de 10° ouest était située en dehors de la zone d'observation) et entre 2.30° nord et 3.30° nord.

Sans qu'il y ait formation d'une zone frontale, telle qu'on peut l'observer au large du cap Lopez, il y a sans doute des échanges selon le concept développé par Frontier (1978) entre les masses froides issues des upwellings côtier et équatorial et cette masse d'eaux chaudes. Ceci expliquerait que pendant l'été boréal, c'est dans cette masse d'eau de transition (représentée sur le graphique entre 24°C et 27°C) que la quasi totalité des prises a lieu (figure 7.18.a).

On peut distinguer durant la période 1980 à 1983 pour les senneurs FIS et espagnols deux saisons de pêche: la première se situe en juillet et une deuxième plus importante d'octobre à décembre. On notera par ailleurs que les canneurs de Tema qui exploitent en permanence cette zone depuis une vingtaine d'années, y ont des rendements en listaos, albacores et patudos juvéniles qui ne manifestent pas de saisonnalité nette (figure 4.37).

La première période de pêche des senneurs en juillet est localisée au large du cap des Trois Pointes à la limite du plateau continental

particulièrement large à cet endroit (figure 7.18.d1). On note que pendant cette période les pêches se situent dans des eaux de température comprise entre 23° et 27°C. Ceci sous entend que ces pêches seraient en relation avec des cellules de remontées d'eaux froides le long du plateau continental. On note que par ailleurs traditionnellement, par exemple de 1967 à 1979, cette période de pêche s'étendait en général jusqu'aux mois d'août et septembre. Le raccourcissement actuel de la saison de pêche demeure inexpliqué; en particulier l'effet possible d'une modification de l'environnement pour expliquer ce changement est hypothétique .

Au cours de la deuxième saison de pêche qui se déroule dans ce secteur d'octobre à décembre, l'essentiel des captures des deux espèces par les senneurs se situe dans une gamme thermique allant de 26°C à 29°C (figure 7.18.a2). Les pêches se font beaucoup plus au large que pendant le mois de juillet, à une période où l'on assiste à une augmentation de la température de surface des eaux (figure 7.18.b).

Une autre période de pêche courte et peu importante a lieu au cours du premier trimestre de l'année; elle peut être reliée à l'enrichissement de la zone dû aux upwellings côtiers pendant la petite saison froide (Binet, 1976). A cette époque, la partie située au sud de la zone Ghana se trouve en outre incluse dans une des principales aires de ponte de l'albacore (Albaret, 1977)

7.4.8. Zone Cap Lopez

La région océanique du cap Lopez, dont les limites sont indiquées sur la figure 7.2, est caractérisée par la présence d'une structure frontale en été boréal, entre des eaux chaudes et dessalées au nord, et des eaux froides et salées au sud. La zone frontale du cap Lopez est constituée en fait de l'association de trois types de fronts (Stretta, 1977):

- un front de dessalure au large de l'embouchure du Gabon au sein des eaux chaudes "guinéennes";
- un front d'upwelling près du cap Lopez avec les eaux froides issues du sous courant de Lomonosov.
- un front de divergence au sud de l'île de Sao Thomé avec des eaux froides également issues du sous courant de Lomonosov mais associées à des diminutions de salinité de surface.

L'hydrologie de cette zone est décrite par de nombreux auteurs (Berrit, 1962; Dufour et Stretta, 1973; Morlière et al., 1974; Hisard et al., 1975; Stretta, 1977 et Wauthy, 1977) et a été présentée au paragraphe 3.3.3.

Dans cette région, à proximité du cap Lopez, s'est développée de 1910 jusqu'aux années 1950 une importante industrie baleinière (Collignon et Roux, 1950). Pendant la saison de pêche qui s'étendait de la mi-juin à la fin octobre, de 16 à 20 baleines de 12 à 18 m et d'un poids de 45 T (Mégaptère jubarte ou humback) étaient pêchées devant le cap Lopez et traitées à terre. En 1949, 1356 baleines étaient pêchées (Acolas, 1950). La présence dans la zone de ces fortes biomasses de cétacés correspond de toute évidence à la présence de fortes quantités de nourriture disponible pour les prédateurs de fin de chaine alimentaire.

Au niveau biologique, Dufour et Stretta (1973) montrent que:

- dans les eaux chaudes, dessalées et pauvres en sels nutritifs, situées au nord du front thermohalin, la couche d'eau ne peut supporter qu'une production primaire faible ainsi qu'une faible quantité de zooplancton.
- dans les eaux froides situées au sud du front thermohalin, les concentrations en chlorophylle "a" entre la surface et 100 mètres de profondeur sont deux à trois fois plus élevées que celles de la partie nord du front.
- l'interface entre ces deux écosystèmes constitue la zone frontale proprement dite qui est caractérisée par un gradient de densité élevé (Dufour et Stretta, 1973). Le zooplancton (essentiellement des copépodes) et le

Figure 7.18 Prises et températures dans le secteur "Ghana":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: (a1) en juillet et (a2) d'octobre à décembre.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles (en 1/10ème de degré) relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (la période qui correspond à la saison de pêche est notée par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c1) et de listaos (c2) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos, dans le secteur, en juillet (d1) et d'octobre à décembre (d2).

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

GHANA

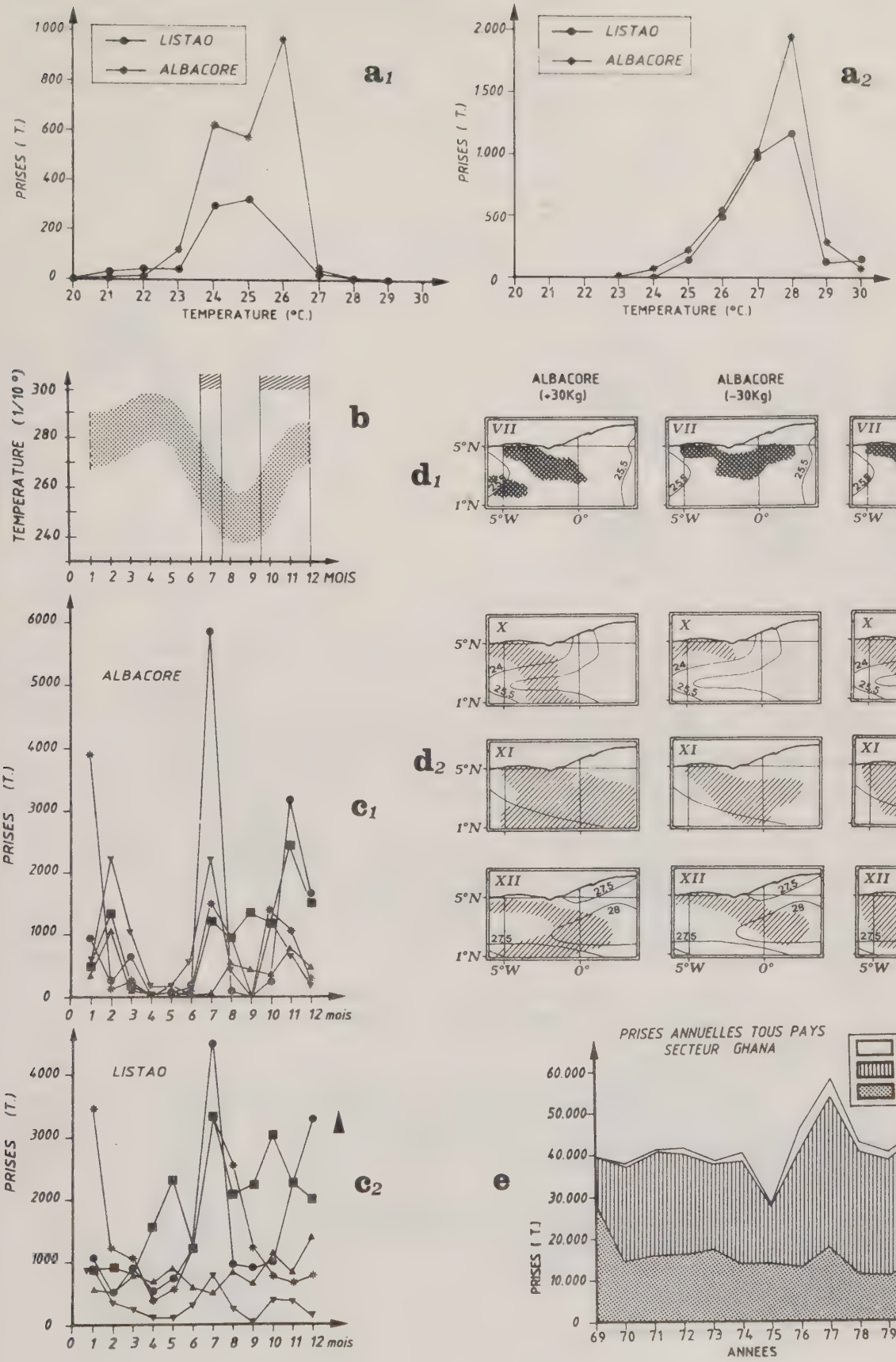


FIGURE 7.18

Figure 7.19 Prises et températures dans le secteur "Cap Lopez":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: (a1) en mai et juin et (a2) de juillet à septembre.

(b) Températures de surface moyennes mensuelles relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (les périodes qui correspondent aux saisons de pêche sont notées par des tirets).

(c) Prises d'albacores (c1) et de listaos (c2) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983.

(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos, dans le secteur, en mai et juin (d1), et de juillet à septembre (d2).

(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

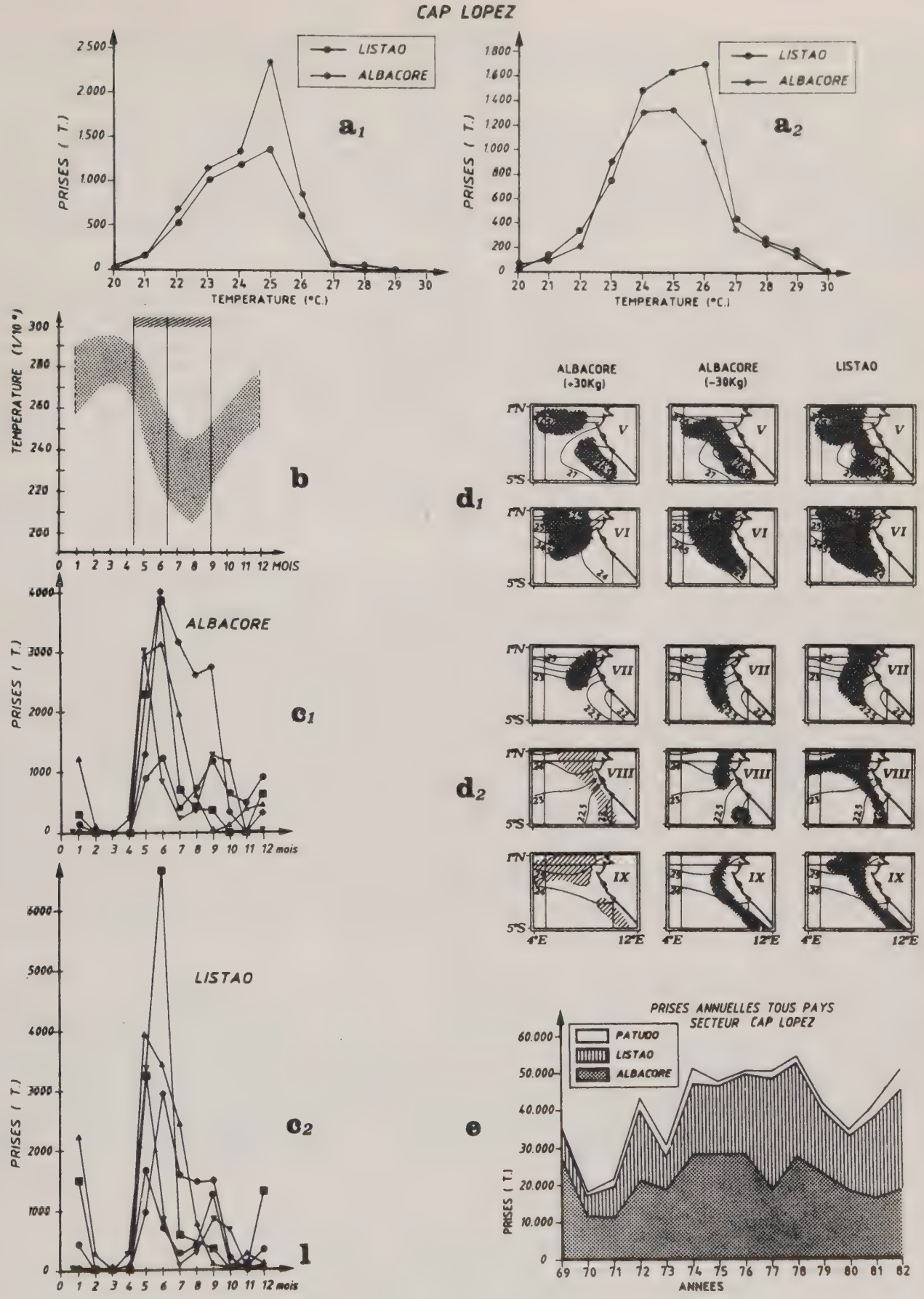

CAP LOPEZ
LISTAO
ALBACORE
PRISES (T.)
TEMPERATURE (°C.)
a1
a2
TEMPERATURE (1/10 °)
MOIS
b
ALBACORE
c1
LISTAO
c2
ALBACORE (+30Kg)
ALBACORE (-30Kg)
LISTAO
d1
d2
PRISES ANNUELLES TOUS PAYS
SECTEUR CAP LOPEZ
PATUDO
e
ANNEES

FIGURE 7.19

micronecton sont plus abondants au niveau de ce front thermique. En revanche, Voituriez et al. (1973) n'ont pas trouvé de différence entre les quantités de zooplancton présentes dans la zone frontale et au sud du front dans les eaux froides.

Toutefois comme le souligne Frontier (1978), cette zone frontale est biologiquement plus riche que les deux zones adjacentes, car "au niveau de contact entre les deux écosytèmes de maturités différentes, il se produit une exportation de matière-énergie du plus jeune vers le plus mûr. L'eau chaude oligotrophe exploitant l'eau froide riche, se peuple d'éléments trophiques supérieurs vagiles".

Dans leur synthèse sur les thons dans le Pacifique, Sund et al. (1981), commentant les résultats de Dufour et Stretta (1973), soulignent le fait que le zooplancton peut s'accumuler de façon passive et mécanique au niveau de l'interface et que le micronecton, capable de se déplacer activement, peut être attiré vers la zone frontale par le zooplancton, ceci n'étant pas vrai pour tous les taxons du micronecton et tous ne migrant pas en même temps. Ces auteurs soulignent à juste titre que les filets à micronecton sont en général de très mauvais échantillonneurs des animaux constituant le régime alimentaire des thons.

Cette importante biomasse d'animaux consommables par les thons, conduit à une concentration maximale des bancs de thons du côté chaud du système frontal (Stretta, 1977).

On a distingué dans la zone Cap Lopez deux périodes de pêche, la première en mai et juin et la deuxième en juillet, août et septembre. Comme l'imbrication des trois types de fronts décrits précédemment est étroite, il est difficile d'associer une "strate" de pêche à l'une particulière de ces structures frontales. Il est possible que les pêches en mai et juin (figure 7.19.d1) soient plus en liaison avec des fronts de dessalure que pendant la deuxième période de pêche de juillet à septembre (figure 7.19.d2). Pendant cette deuxième période de pêche, les conditions hydrologiques se caractérisent souvent par une accentuation du système frontal de type thermique et à la formation d'une "bulle" d'eau chaude étroite (figure 7.20). C'est au sein et à la périphérie de cette bulle d'eau chaude que les thons se concentrent (Stretta, 1977, Stretta et al., 1977). Ces structures thermiques très particulières peuvent se développer de 1° nord à 1° sud entre l'ile de Sao Thomé et le cap Lopez. Au sud du cap Lopez de petits fronts très localisés peuvent également se développer le long de la côte en bordure du plateau continental et être le siège d'importantes concentrations de thons. Il ne faut pas perdre de vue que cette zone côtière au sud du cap Lopez est une zone de ponte de Sardinella aurita en saison froide (Ghéno et Fontana, 1981).

Dans la région Cap Lopez, on note sur les cartes de pêche que les thons ne sont pas concentrés à proximité du plateau continental, comme on l'observe dans d'autres zones. Les thons exploiteraient donc plus la productivité du système frontal océanique que celle liée au plateau continental. La biomasse des poissons pélagiques cotiers présents dans la zone du cap Lopez est d'ailleurs relativement faible comparée à celle observée plus au sud dans la zone d'upwelling de l'Angola. Ceci apparait clairement sur la carte des prises moyenne de ces espèces (figure 7.21) (On peut, de façon très grossière, considérer que les biomasses de ces espèces sont dans chaque zone proportionnelles aux prises).

7.4.9. Zone Angola

Nous considérons ici la zone de pêche qui s'étend de 5° sud à 15° sud et de la côte à 10° est. Cette zone est caractérisée par la présence d'un dôme thermique et par celle d'un fort upwelling côtier pendant l'hiver austral. Le dôme d'Angola a été mis en évidence par Mazeika (1967) et étudié par Gallardo

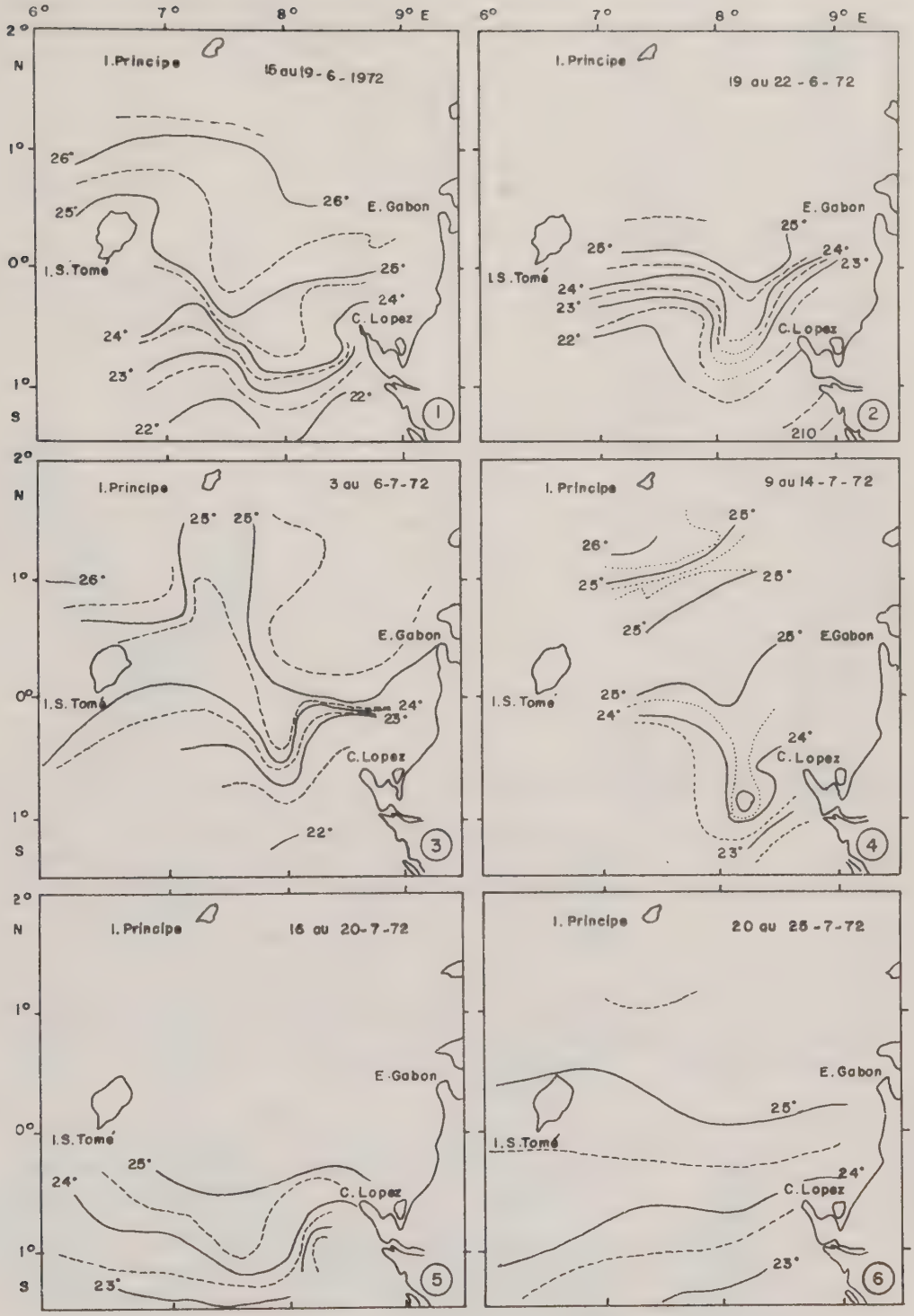


Figure 7.20 Isothermes de surface observés par périodes de 5 jours dans la zone du Cap Lopez en juin et juillet 1972 (d'après Stretta 1977).

Figure 7.22 Prises et températures dans le secteur "Angola":

(a) Distribution des prises d'albacores et de listaos selon la température de surface, senneurs FIS et espagnols, période 1980 à 1983, calées pour lesquelles la température de surface est connue: de septembre à novembre.

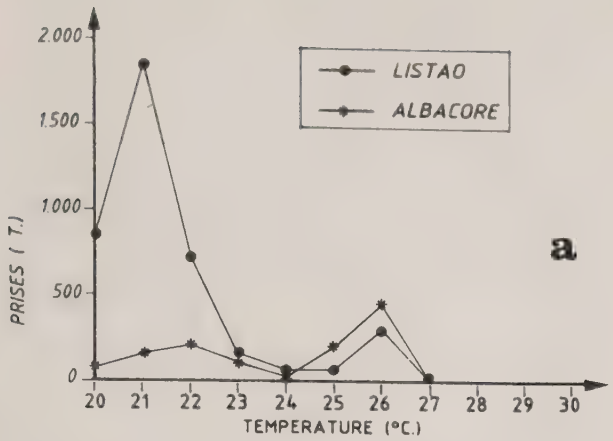
(b) Températures de surface moyennes mensuelles relevées par les navires marchands dans le secteur de 1964 à 1984 (les périodes qui correspondent aux saisons de pêche sont notées par des tirets).

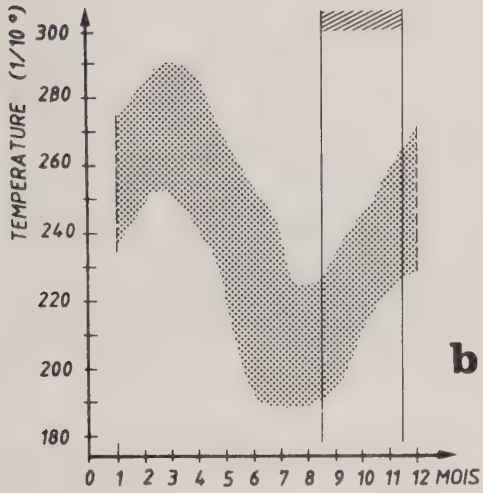
(c) Prises d'albacores (c2) et de listaos (c1) par mois par les senneurs FIS et espagnols de 1969 à 1984.

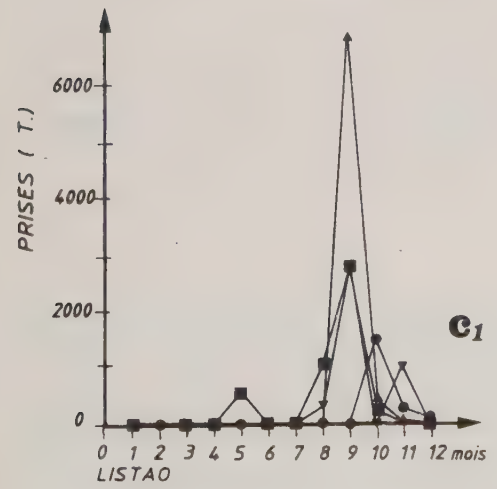
(d) Localisation des captures mensuelles de gros albacores (+30kg), de petits albacores (-30kg) et de listaos, dans le secteur, de septembre à novembre.

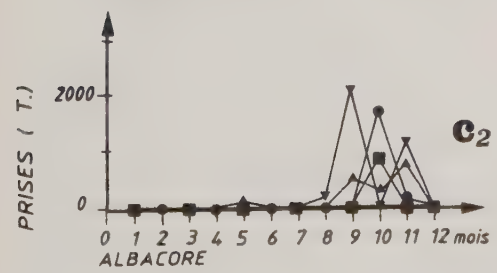
(e) Prises annuelles d'albacores, de listaos et de patudos estimées pour l'ensemble des flottilles thonières de surface, période 1969 à 1982 (en tonnes métriques).

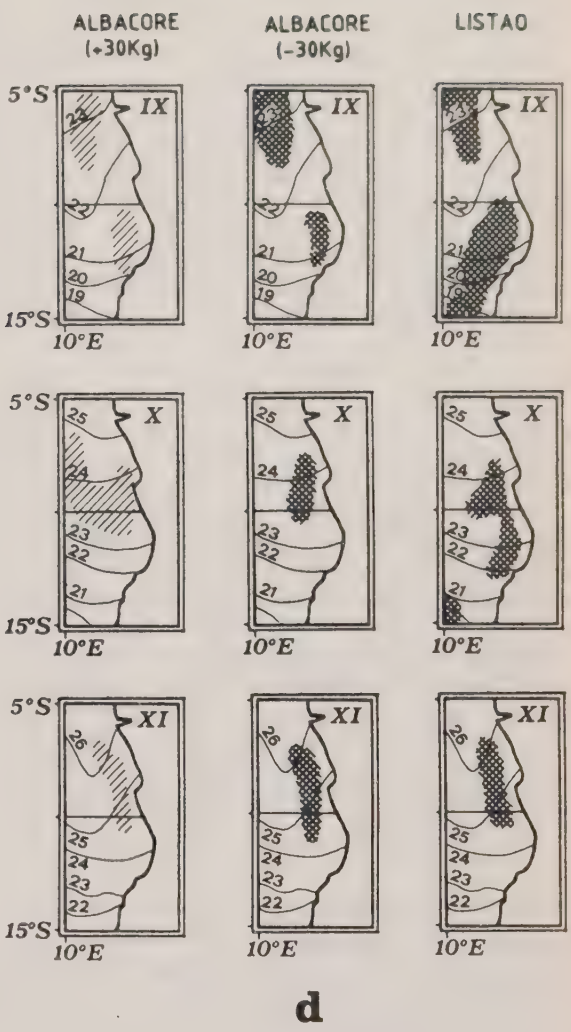
ANGOLA











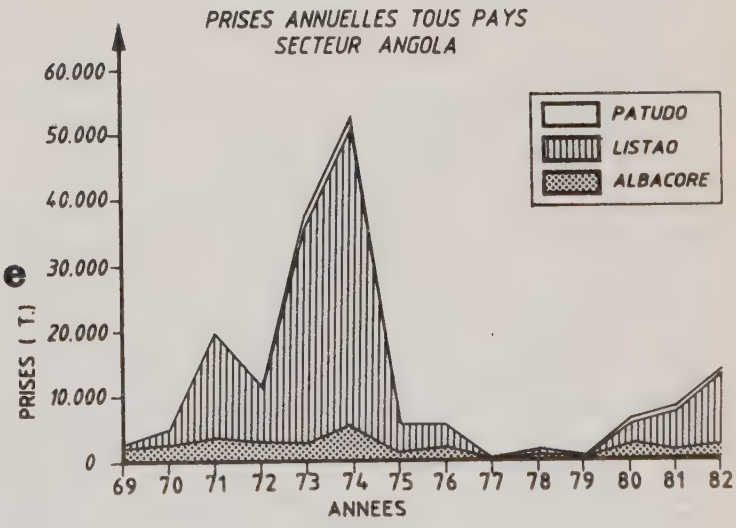


FIGURE 7.22

et al. (1974). Ce dôme d'Angola est toutefois beaucoup moins net que celui de Guinée et son existence même est actuellement remise en question (paragraphe 3.3.4); il n'en demeure pas moins vrai qu'une remontée de la thermocline apparaît en février-mars, au nord de la limite nord des alizés (Voituriez et Herbland, 1988). Pendant cette période de l'année, on peut penser que la présence des thons dans cette zone est à relier à la productivité issue du dôme thermique; c'est ce que suggère Beardsley (1969). Par ailleurs, Herbland et Stretta (1973) dressent des cartes de répartition du micronecton dans le dôme d'Angola et tentent de relier cette quantité de micronecton à la présence des thons. En hiver austral, le développement de l'upwelling côtier entraîne la formation de structures frontales aigues comme l'attestent des températures relevées par radiométrie aérienne en septembre 1973 (Vercesi, 1973).

On a distingué dans cette zone une période de pêche principale de septembre à novembre. On note aussi l'existence de captures sporadiques, au premier trimestre, durant les années 1973 à 1975.

A la fin de l'hiver austral après l'activité de l'upwelling côtier, les senneurs et les canneurs ont régulièrement pêché au large de l'Angola jusqu'en 1974 (figure 7.22.e). Ingham et al. (1977) présentent des cartes de localisation des bancs de listaos en octobre-novembre 1968. Toutes les observations de bancs de thons sont très proches de la côte, ce qui est bien montrée sur la figure 4.10 qui montre la localisation des captures durant la période 1969 a 1974. De 1980 à 1983, les pêches de listaos se situent également dans la zone cotière à proximité immédiate du plateau continental (figure 7.22.d). En septembre 1973, les pêches d'albacores et surtout de listaos se sont déroulées au sein de zones frontales très marquées entre les isothermes 20 et 22,8°C comme l'attestent les températures relevées par radiométrie aérienne en septembre 1973 (Vercesi, 1973).

7.5 DISCUSSION

La description des principales strates spatio-temporelles de pêche dans le golfe de Guinée montre que les captures significatives de thonidés sont réalisées dans une gamme thermique s'étendant de 22°C à 29°C. La distribution des prises en fonction de la température de surface est très variable suivant les régions considérées. Au-delà de la seule température de surface le jour de la pêche, les paramètres d'environnement vont agir : (1) au niveau de la biomasse de thonidés, (2) au niveau de la stratégie de pêche et (3) au niveau de la tactique de pêche.

(1) Au niveau de la biomasse de thonidés.

Est-ce que des variations de l'environnement agissent sur la dynamique des stocks exploités ? Il s'agit d'un sujet qui dans le secteur a fait l'objet de très peu d'études.

- Conceptuellement la variabilité de l'environnement peut intervenir directement sur la capturabilité du stock, donc sur son taux de mortalité par pêche, et indirectement sur la biomasse du stock. Actuellement, la seule étude de l'effet des anomalies de l'environnement sur l'exploitation des thonidés est celle de Cayré et Roy (1985). Ils remarquent qu'au sein des zones de pêche au large de la Côte-d'Ivoire (comprises dans ce que nous avons nommé zone Ghana) et au large du Sénégal, les rendements (exprimés en p.u.e.), semblent répondre de manière négative à toute anomlie thermique importante, qu'elle soit positive ou négative. Ces auteurs évoquent le fait "qu'il n'y a pas de corrélation simple entre les rendements (p.u.e.) en albacore dans l'Atlantique tropical oriental et la variabilité inter-annuelle de la température de surface considérée comme un indicateur de productivité biologique dans les zones upwellings".

- Des variations des paramètres d'environnement au sein d'une "nursery" pourraient agir aussi sur la qualité de la nourriture qui ne

serait pas appropriée au développement des larves, et avoir des effets sur la croissance et sur la mortalité aux stades larvaires et juvéniles. Ceci peut aboutir à l'éxistence d'une classe d'âge exceptionnellement mauvaise et entraîner une chute des prises dans une zone habituellement trés productive. C'est ce qui s'est passé semble-t'il dans la zone du cap Lopez en 1975 (Stretta, 1977).

- A un deuxième niveau, on peut se demander si une surexploitation de la nourriture potentielle des thons peut entraîner une diminution des prises. Comme nous l'avons vu plus haut, il faut noter toutefois que l'effondrement du stock de sardinelles au large du Ghana n'a pas entraîné de baisse des prises de thons dans ce secteur. L'effet de l'environnement sur la dynamique des populations exploitées de thons est probable mais nos connaissances demeurent encore fragmentaires et nécessiteraient des analyses plus approfondies.

(2) Au niveau de la stratégie de pêche.

Les conditions hydrologiques favorisant l'enrichissement d'une zone et donc la présence ou l'absence du poisson auront un effet sur la stratégie de pêche des flottilles. La chaîne alimentaire qui part d'une production primaire importante déclenchée par l'arrivée des sels nutritifs dans la couche euphotique pour aboutir aux animaux proies des thons est soumise au niveau de tous les maillons à l'action synergique des paramètres physico-chimiques et biologiques. Ces paramètres vont agir directement sur la ressources. On peut penser que de mauvaises conditions d'enrichissement dans une zone agissent aussi sur les "routes migratoires" des thons et sur la disponibilité de la ressources.

La première hypothèse que nous retenons pour expliquer la présence de thon dans une zone déterminée est qu'il existe un lien entre cette présence et la productivité de la masse d'eau, ce qui revient à dire que plus la masse d'eau est riche, plus la probabilité de trouver du thon est élevée.

La carte de migration du listao (chapitre 5, figure 5.21) montre que les listaos et, les jeunes albacores, se déplacent d'une zone de pêche à une autre. De la zone du cap Lopez au second trimestre, les listaos migrent vers la zone Ghana au troisième trimestre et vers les zones Libéria et Guinée au cours du quatrième trimestre et du premier trimestre de l'année suivante. Ces listaos et ces jeunes albacores sont pêchés dans des zones qui ont, au préalable, subi un processus d'enrichissement et de maturation de la masse d'eau (Stretta et Slepoukha, 1983b).

Ces déplacements sont conditionnés par une quête incessante de nourriture destinée à répondre à leurs importants besoins énergétiques. La présence et la quantité de nourriture présente dans une région vont avoir une influence sur la localisation et la durée de la pêche. Certaines strates de pêche se situent à la limite du plateau continental au-dessus duquel les pêches de pélagiques côtiers sont particulièrement actives. C'est le cas le long du plateau continental de la Mauritanie, du Sénégal, du Ghana et de l'Angola (carte 7.22). Cette dépendance des thons vis-à-vis des pélagiques côtiers doit cependant être modulée. Ainsi, à la suite de l'effondrement du stock de sardinelles de la région ivoiro- ghanéenne en 1973, les prises d'albacores et de listaos n'ont pas immédiatement diminué dans la région et ce n'est qu'en 1975 que les prises de thons ont été particulièrement faibles. En ce qui concerne la durée d'une période de pêche, il est probable que les processus d'enrichissement de la masse d'eau n'ont pas lieu une seule et unique fois dans le temps. Si l'on examine les cartes de température de la zone de pêche Cap Lopez en 1972 (figure 7.20) et celles de 1974 et 1975 (Stretta, 1977), on remarque que les eaux froides issues de l'upwelling côtier le long de la côte du Gabon engendrent à plusieurs reprises de juin à juillet un système frontal. Ce processus se déroule également pendant la période de pêche Ghana au large de la Côte-d'Ivoire, en été boréal (Stretta et al., 1973). De janvier à mars des pêches trés localisées sont à relier au développement de la "petite saison

froide" qui voit l'apparition d'eaux froides dans ce secteur (Morlière, 1970 et Binet, 1976). C'est en raison du caractère trés irrégulier de cette strate de pêche que nous ne l'avons pas analysé plus haut.

Au sein de la zone Guinée, peut-on considérer que les prises importantes réalisées pendant la première strate de pêche, de mars à mai, sont associés à la production du dôme de Guinée qui semble disparaître vers la fin septembre (Merle, 1979) ? La seule présence du dôme thermique de Guinée ne semble pas à lui seul expliquer les pêches de listaos et d'albacores de novembre à mars. Si les cartes de températures à 20 m de janvier à avril de Mazeika (1967), ainsi que celles à 20 et 50 m de janvier à mars de Merle (1978), ne font pas apparaître de structure thermique en forme de dôme dans cette zone, la disparition du dôme semble être remise en question à la suite des dernières campagnes océanographiques (Le Bouteiller, com. pers.). Par ailleurs, la formation d'une zone frontale entre les eaux issues de l'upwelling sénégalais et les eaux chaudes pourrait prendre le relais de la production dans la région du dôme de Guinée. De plus, les pêches dans ce secteur peuvent être associées à des enrichissements de la masse d'eau par des apports fluviatiles ou par des cellules de convergence. Une autre hypothèse à ne pas écarter est celle des pêches associées à des dispositifs concentrateurs de thons; Stretta et Slepoukha (1986) soulignent que dans les zones côtières du Libéria, la proportion des pêches sur épave est supérieure à 40%.

Dans le golfe de Guinée, il arrive que des thons soient pêchés dans des eaux où aucun système productif ne s'est manifesté auparavant (ou n'a été détecté en surface). L'absence (ou la faible intensité) de structures favorisant un enrichissement de la masse d'eau aura-t-elle une influence sur la présence du poisson ?

Dans la zone Equateur, la présence de la crête thermique serait capable d'entretenir une importante production toute l'année; c'est l'hypothèse nouvelle que proposent Herbland et al. (1985). En saison chaude, surtout dans la zone équatoriale, on assiste à une forme d'enrichissement évoquée plus haut, plus difficilement quantifiable, liée à l'action d'ondes longues piégées à l'équateur, qui favoriseraient une remontée des eaux infrathermoclinales (riches en nitrate) dans la couche euphotique. Parfois, ces cellules d'upwelling atteignent la surface et peuvent alors être détectées. Herbland et al. (1983) considèrent que dans l'océan Atlantique tropical oriental, les variations à court terme des conditions hydrologiques (Circulation verticale et horizontale et mélange turbulent associé) ont probablement plus d'importance qu'on ne le pensait; il semble que toute la zone équatoriale (entre 1° nord et 7° sud) est soumise à des "pulsations verticales" trés limitées dans l'espace et dans le temps, encore mal expliquées et en tout cas non prévisibles. Le satellite météorologique équipé d'un radiomètre infrarouge est l'outil privilégié pour le repèrage de ce type de variations des conditions hydrologiques de surface, qui vont être à l'origine d'un enrichissement local de la masse d'eau.

A la première hypothèse basée sur le déplacement des thons conditionné principalement par leur quête de nourriture, il ne faut pas omettre celle des concentrations liées à la reproduction. La ponte des albacores aurait lieue essentiellement au cours du premier trimestre de l'année et elle se déroulerait en Atlantique tropical oriental dans deux zones, la zone principale étant située dans le "fond" du golfe de Guinée de 5° nord à 5° sud et de la côte africaine au méridien de Greenwich; une deuxième zone de ponte étant située au large du Libéria (Albaret, 1977). Pour le listao le problème est différent car cette espèce a semble-t-il une stratégie de reproduction plus opportuniste. Cayré et Farrygio (1986) pensent que les zones dont la température est supérieure à 24°C et dans lesquelle les biomasses de phytoplancton et de zooplancton sont importantes, semblent particulièrement favorables à la reproduction du listao en Atlantique.

A la suite des travaux de Kitchell et al. (1978), les besoins énergétiques des listaos et des albacores juvéniles du Pacifique ont été estimés. D'après ces auteurs, un listao de moins de 1 kilogramme consommerait entre 7.3 et 19% de son poids par jour. Pour les albacores juvéniles, les valeurs obtenues sont proches de celles calculées pour les listaos. Les travaux plus récents et plus complets d'Olson et Boggs 1986 dans le Pacifique Est estiment entre 3.9% et 6.7% du poids des individus, selon les méthodes d'estimation, la nourriture ingérée quotidiennement par les albacores. La biomasse des trois espèces principales (albacores, listaos et patudos) étant estimée aux environs de 1.5 millions de tonnes (chapitre 8), une telle biomasse aurait besoin annuellement de 21 à 37 millions de tonnes de nourriture. Ces besoins énergétiques sont énormes. Par ailleurs, nous savons que les thons ont un comportement très opportuniste en ce qui concerne la prise de nourriture. De ce fait il n'est pas surprenant que les zones riches en thons soient le plus souvent celles où la nourriture est abondante.

Pour trouver les zones de concentration de thons, il suffirait donc de chercher les régions à forte densité de nourriture; la recherche de ces régions nous conduit à localiser dans l'océan les zones à forte productivité et à les suivre dans l'espace et dans le temps. Nous avons vu plus haut que dans les eaux tropicales, le système qui joue un rôle primordial dans l'enrichissement de la couche épipélagique est celui de la remontée de la thermocline, soit en surface (cas des upwelling ou des fronts), soit seulement dans la couche euphotique (cas des dômes ou de la crête équatoriale).

Ceci nous amène à examiner le concept du passé hydrobiologique des masses d'eau. Cette notion va nous permettre d'aborder le problème de la localisation de la nourriture des thons.

Le processus de refroidissement superficiel, à l'origine de l'enrichissement des eaux, peut en particulier être souvent détecté par satellite. Une des regrettables limites dans l'emploi des satellites demeure l'impossibilité actuelle de détecter une structure hydrologique en forme de crête ou de dôme thermiques, celles ci ne se traduisant pas par un refroidissement superficiel. Toutefois il sera probablement possible à l'avenir de détecter ce genre de structure par l'analyse de la couleur de l'eau à partir de satellites équipés d'un radiomètre analysant dans le visible le spectre rétro-diffusé par la mer.

Dans les cas favorables où il est possible d'observer par satellite la formation d'une zone productive (productivité primaire et secondaire), on constate qu'un certain délai est nécessaire pour observer la concentration des thons dans le secteur. Dans les cas les plus simples il sera aussi possible de suivre par satellite l'évolution dans l'espace et dans le temps des "perturbations" thermiques détectées afin de prévoir la période et la zone où la probabilité de trouver des animaux proies et des thons sera la plus élevée. L'analyse des statistiques de pêche fines, c'est à dire des prises journalières avec les positions en degrés et minutes, permettra ensuite, si la zone est explorée par une pêcherie, d'observer le calendrier de l'apparition des thons dans la zone.

C'est en partant de ce principe du suivi dans le temps d'une masse d'eau que le modèle prévisionnel "Prévipêche" développé par Stretta et Slepoukha (1983, 1983a) réalise des prévisions des zones favorables ou défavorables à la présence de thons dans l'Atlantique tropical oriental.

L'analyse de Mendelsohn et Roy, 1986 confirme la valeur statistique de ce concept: ces auteurs analysant la relation entre les prises par quinzaine d'albacore et de listao par la flottille thonière FIS et les données d'environnement (température de surface et vitesse du vent) de 1969 à 1979, montrent que ces paramètres d'environnement dans certaines zones

pourraient être des indicateurs, des mécanismes océanographiques qui sont à l'origine de conditions favorables de pêche.

Divers problèmes sérieux demeurent concernant la relation exacte entre la richesse d'une zone en nourriture et l'abondance des thons:

- On ignore si l' observation faite par Roger et Grandperrin dans le Pacifique, que les thons ne semblent pas se nourrir sur la faune migrante, peut etre transposée dans le golfe de Guinée, principalement du fait que les conditions hydrologiques sont très différentes dans les deux océans, surtout au niveau de la profondeur de la couche homogène. Roger (com. pers.) pense toutefois que le schéma du Pacifique serait applicable à l'océan Atlantique.
- L'importance des poissons pélagiques côtiers dans la ration alimentaire des thons demeure difficile à estimer. Ceci serait important à connaitre car l'écologie et la dynamique de ces espèces est intrinsèquement très différente de celle des organismes planctoniques, du fait en particulier de leur aptitude potentielle à survivre plus longtemps que le plancton dans des zones pauvres en nourriture (au moins pour les adultes).
- Les possibilités pour un thon de survivre longtemps dans son milieu naturel avec peu de nourriture, en particulier durant les phases de migration ou de reproduction, demeurent largement inconnues.

(3) Au niveau de la tactique de pêche.

Les limites et les variations des paramètres d'environnement vont avoir une action à court terme sur la prise: le pêcheur y sera particulièrement sensible. C'est ainsi que la température de surface, la profondeur et le gradient de la thermocline, la teneur en oxygène dissous, la force du vent, le courant, vont agir sur le comportement et sur la disponibilité du poisson.

- Une couche homogène peu épaisse accompagnée d'une thermocline inférieure à 3.5 ml/l comme cela se rencontre au large de l'Angola (Ingram et al., 1977), va favoriser le phénomène de concentration du poisson.
- Un vent fort, par exemple de force supérieure à 4 sur l'échelle Beaufort, ne permet pas à des senneurs de travailler efficacement et seuls les canneurs peuvent pêcher: c'est ainsi qu'en Mauritanie durant l'été, dans une zone où soufflent les alizés, peu de senneurs peuvent opérer. Les zones de forts vents peuvent dans la zone de l'étude couvrir des surface importantes comme le montre la figure 7.23. On note dans le tableau 7.3 la rareté des coups de senne effectués par forts vents . Ce tableau donne pour les senneurs FIS les pourcentages des calées effectuées dans le golfe de Guinée par des vents de force inférieure ou supérieure au niveau 4 de l'échelle Beaufort. On peut noter que seulement 2.8% des calées ont lieu par un vent de force supérieure ou égale à 4, alors que ces vents sont fréquents dans la zone.
- Bien que l'effet du courant semble avoir peu d'influence (Stretta et Slepoukha, 1986), en revanche sur l'équateur (de 10 à 20 milles de part et d'autre de celui-ci), malgré la présence de thons, un patron de senneur hésitera à larguer sa senne à cause de la présence du sous-courant de Lomonossov. En surface, le courant équatorial sud porte à l'ouest-nord-ouest et vers 20-40 mètres, le courant de Lomonossov porte à l'est, ce qui entraîne le cisaillement de la senne et une forte probabilité d'avarie et de coup nul.
- Il arrive parfois que le poisson soit concentré dans un espace trés restreint. C'est le phénomène de concentration décrit par Fonteneau (1985) où plusieurs milliers de tonnes de thons se concentrent dans une surface de quelques dizaines de milles de côté. Cela peut être le résultat d'une concentration de nourriture liée à l'apparition de conditions hydrologiques particulières (convergence de courant, formation d'un front particulièrement actif, etc.). Il est possible également que les poissons se rassemblent dans une aire de ponte.

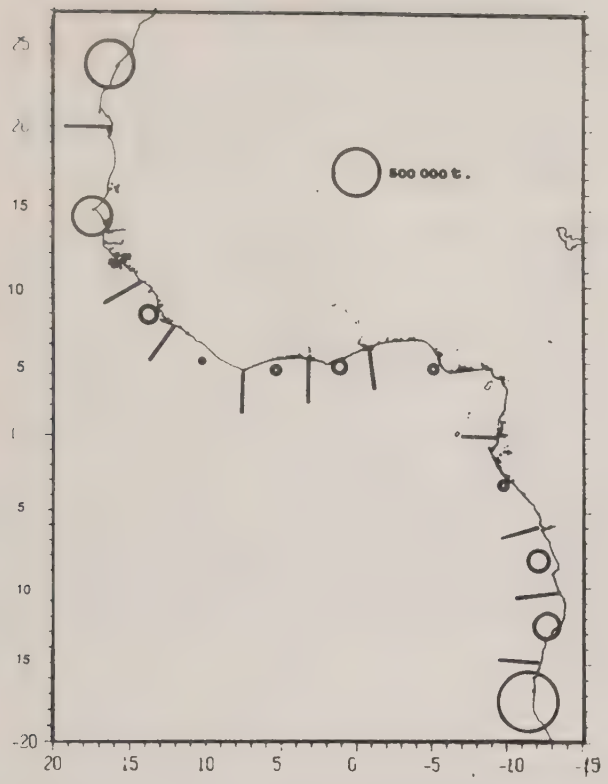


Figure 7.21 Prises moyennes de sardinelles, de carangidés et de scombridés durant la période 1979 à 1982 (d'après les bulletins statistiques du COPACE et de l'ICSEAF).

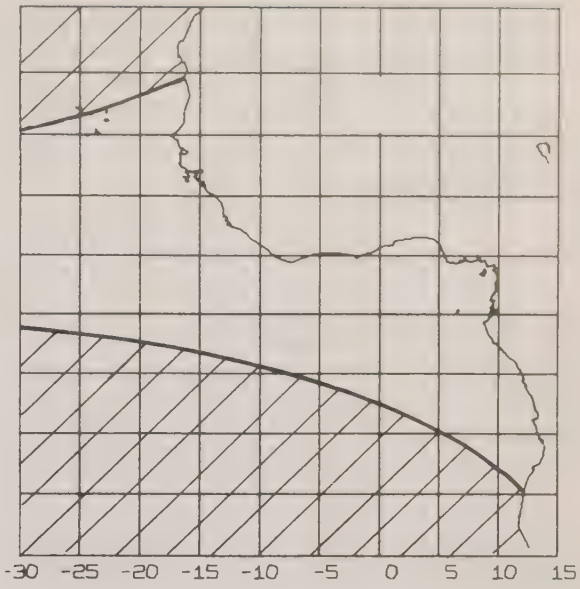


Figure 7.23 Zone de vents forts en juillet (vitesse supérieure à 6 m/s), i.e. impropres aux manoeuvres des senneurs (d'après l'atlas d'Hastenrath et Lamb, 1977).

Tableau 7.3 Tableau comparatif des pourcentages de calées par classe de 10 tonnes effectuées avec des vents de force 1 à 4, et supérieurs à force 5.

	Coups nuls	1 à 30 T	11 à 20 T	21 à 30 T	31 à 40 T	41 à 50 T	51 T	Nbre calées
Force 1 à 4	20.8 %	27.8 %	18.5 %	10.9 %	6.5 %	4.9 %	10.7 %	5 839
Force 5 +	30.2 %	23.4 %	19.7 %	6.8 %	3.7 %	6.2 %	9.9 %	168

- Le poissons peut se trouver associé à un DCP (Dispositif Concentrateur de Poissons); pour ce type d'association, nous ne pouvons apporter une explication de type environnementale.

- Un senneur peut être confronté à un comportement particulier du poisson et aura donc des difficultés pour l'encercler: c'est le cas lorsque le poisson se trouve dispersé, nage trop vite ou encore se trouve en profondeur. Peut-on attribuer ces comportements à des paramètres d'environnement ?

- Il est des situations qui agissent également sur la tactique de pêche bien que les paramètres d'environnement ne soient pas impliqués dans la prise de thons; nous nous bornons à les énumérer. Un engin de pêche inadapté peut entraîner des prises nulles dans une aire poissonneuse: c'est le cas des senneurs se trouvant sur un banc de gros albacores ou patudos. Un canneur peut se trouver à cours d'appât sur une zone riche en thon; il peut se trouver également dans une région où les bancs de thons ne répondent pas à l'appâtage et refusent de mordre aux hameçons, par exemple par suite de la forte abondance de la nourriture naturelle.

- Le libre accès aux zones économiques exclusives constitue aussi un facteur mal maitrisé par les scientifiques. Il est ainsi très probable que la plupart des flottilles de senneurs opérant dans la région ont, durant la période récente, restreint leur activité de pêche dans certains secteurs côtiers, non pas à cause de l'absence de thons, mais par suite de l'absence d'accord de pêche avec les pays riverains.

7.6 CONCLUSIONS

La présente analyse montre bien la grande complexité des relations entre les thons et l'environnement. S'il semble certain à l'heure actuelle que les zones riches en thons sont en général les zones écologiquement les plus productives, les liaisons entre thons et milieu s'avèrent très complexes à analyser et à comprendre dans le détail, en particulier quand il s'agit de faire des prévisions de pêche à une échelle spatio-temporelle fine. Celles-ci doivent en effet se baser tant sur les connaissances biologiques afférentes aux espèces (biologie, comportement, état des stocks), que sur celles afférentes au milieu. Les points d'interrogation sur les mécanismes en jeu et sur l'importance respective des divers facteurs restent en particulier très nombreux. Seules de nouvelles recherches approfondies orientées vers l'étude de ces relations entre les thons et leur environnement permettront de répondre à ces multiples questions.

8. MODELISATION, GESTION ET AMENAGEMENT DES PECHERIES THONIERES DE L'ATLANTIQUE CENTRE EST

par

A. Fonteneau

8.1. GENERALITES

8.1.1. L'exploitation des stocks migrateurs par des pêcherie pluri-engins :

La description des pêcheries thonières en activité dans le golfe de Guinée (Chapitre 4) montre bien la diversité des engins en usage et celle des tailles capturées par chacun de ceux-ci. Il s'agit en outre, le plus souvent, de pêcheries plurispécifiques où chaque engin exploite simultanément et à des degrés différents, plusieurs espèces. Enfin ces pêcheries exploitent des stocks qui sont migrateurs, et où une même espèce pourra vivre aux différents stades de son existence dans divers secteurs géographiques, et à des profondeurs très différentes (chapitre 5). Ce problème est particulièrement important dans le cadre d'une étude régionale: la zone de l'Atlantique intertropical est, qui constitue un ensemble où se concentrent diverses pêcheries, ne correspond pas véritablement à des stocks qui seraient indépendants de ceux situés dans l'Atlantique nord, central et sud (exception faite peut être pour les petits thonidés). Il sera donc le plus souvent nécessaire d'analyser l'état des stocks à une échelle géographique plus vaste que celle de la zone d'étude, échelle qui dépendra de la structure du stock exploité et des migrations de l'espèce.

Il sera aussi nécessaire, tant dans l'évaluation de l'état des stocks que dans l'étude des perspectives de leur aménagement, d'analyser les problèmes selon une optique plurispécifique. Cela sera spécialement important au niveau des changements d'espèces cibles des diverses flottilles : en effet un effort de pêche "nominal" (défini par exemple par la capacité de transport d'une flottille), pourra selon sa stratégie de pêche exercer un effort de pêche "effectif" (donc une mortalité par pêche) très variable sur une espèce donnée, en fonction par exemple des variations de l'abondance ou de la valeur de cette espèce. Il sera aussi fondamental pour les scientifiques de tenter d'estimer les conséquences probables des mesures d'aménagement envisagées, non pas seulement sur l'espèce "cible" du projet d'aménagement, mais aussi sur les principales espèces annexes pêchées simultanément. Ce sont dans ces diverses voies que les scientifiques travaillant au sein de l'ICCAT ont développé leurs recherches durant les années récentes.

8.1.2. Rappels généraux sur les modèles

8.1.2.1. Le modèle global

Le modèle global a été proposé pour la première fois dans la perspective d'aménagement des pêcheries par Schaeffer en 1954. Schaeffer (1957) reprend et adapte en fait l'interaction décrite par Lotka (1923) pour un système écologique autorégulé entre un prédateur et une proie. Dans le modèle global proposé par Schaeffer les rendements de la pêcherie décroissent linéairement quand l'effort de pêche s'accroit. La production s'accroit jusqu'à atteindre un maximum, la prise maximale équilibrée, puis décroit ensuite vers zéro pour des efforts de pêche croissants (figure 8.1).

Pella et Tomlinson (1969) généralisent ce modèle en y introduisant un paramètre m qui module la forme de la courbe de production, en particulier pour des faibles biomasses et des efforts de pêche élevés. Les 3 principaux types de courbes du modèle de production généralisée seront ceux avec :

- m = 2, modèle de Schaeffer, où la biomasse et les prises par unité d'effort (pue) tendent linéairement vers zéro pour des efforts croissants (Schaeffer, 1957).
- m = 1, ou modèle de Fox (Fox, 1970) dans lequel la biomasse décroit selon une loi exponentielle.
- m = 0, ou modèle hyperbolique, où du fait de la plus lente décroissance des pue, la production maximale équilibrée théorique n'est obtenue que pour un effort de pêche infini.

Dans la pratique on constate que les thonidés suivent en général des courbes de production d'un type m voisin de 1, modèle de Fox, bien que très souvent les phases initiales de développement des pêcheries soient bien décrites par le modèle m = 0.

La signification biologique du paramètre "m" a fait l'objet de nombreux débats sans qu'aucune conclusion définitive puisse en être tirée. Le point le plus important est qu'il existe une forte analogie entre les modèles m = 1 et les courbes théoriques de production par recrue. Ceci suggère nettement que le modèle m = 1 correspond implicitement, entre autres facteurs, à une certaine stabilité du recrutement (en particulier comparé avec le modèle m = 2, qui suppose implicitement que le recrutement est altéré par la pêche). Une autre interprétation très plausible du modèle de Fox (d'ailleurs complémentaire de la précédente) est que seule une fraction de la biomasse totale est exploitée par les pêcheries; l'existence d'une fraction cryptique de biomasse, innaccessible aux pêcheries géographiquement ou en profondeur, est très probable pour la plupart des thonidés.

Dans la pratique, le modèle global généralisé est souvent appliqué avec les 3 paramètres m de base, ainsi qu'en recherchant par itération le paramètre m qui fournit le modèle le mieux en accord avec les observations de prises, effort et prise par unité d'effort. Ce "meilleur m" sera toutefois interprété avec prudence car il n'a pas nécessairement de caractère biologique, et se modifie en général quand la pêcherie évolue.

La courbe de production aura un maximum, la production maximale équilibrée (PME ou "maximum sustainable yield" des anglo-saxons), qui sera obtenue pour un effort de pêche classiquement appelé effort "optimum" ou "f opt". Dans la pratique,on aura très rarement des situations d'équilibre dans les pêcheries, du fait que la mortalité par pêche évolue en permanence en fonction de facteurs externes, socio-économiques par exemple. Dans ces conditions, on cherchera à estimer la courbe de production équilibrée du stock en utilisant la méthode de Gulland (1961), ou méthode de l'équilibre approché; cette méthode repose sur le concept que les classes d'âge présentes dans un stock exploité par une pêcherie ont un niveau de biomasse qui résulte de l'effort de pêche qu'elles ont subi antérieurement. La méthode de Gulland mettra donc en relation l'abondance durant une année, avec l'effort moyen exercé durant k années antérieures, le paramètre k dépendant de la durée de la phase exploitée.

8.1.2.2. Les modèles structuraux : Vecteurs mortalité par pêche (F) et populations sous jacentes (N) par âge

La connaissance du nombre d'individus capturés par une ou plusieurs pêcheries sur une cohorte en fonction du temps permet, grâce aux techniques d'analyse des cohortes, d'estimer l'évolution de la mortalité et de l'effectif de cette cohorte depuis son recrutement dans la pêcherie, jusqu'à son extinction (réelle ou apparente), ainsi que les taux de mortalité par pêche subis en fonction de l'âge.

Dans la pratique, diverses méthodes de calcul ont été proposées par divers auteurs sous des vocables différents. La méthode de calcul la plus classiquement employée par les scientifiques de l'ICCAT est celle proposée par Tomlinson (1970), qui n'est qu'une généralisation de la méthode de Murphy (1965). La prise (Ci) durant chaque intervalle sera fonction de l'effectif (Ni) de la cohorte et de la mortalité par pêche (Fi) exercée durant l'intervalle. Si la mortalité naturelle et les prises par âge sont connues durant toute l'exploitation de la cohorte, il suffira alors de connaitre l'un quelconque des Ni ou des Fi pour déterminer de proche en proche, par itération de Fi, tous les éléments des vecteurs mortalité par pêche et populations sous jacentes.

Les analyses de cohortes seront généralement réalisées sur les thons tropicaux selon une base de temps trimestrielle, et non pas annuelle, du fait de la durée de vie assez courte de ces espèces et du fait de la forte saisonnalité des captures par âge .

8.1.2.3. Analyse de production par recrue

Les modèles structuraux de dynamique des populations halieutiques reposent sur l'analyse quantitative du devenir des cohortes et des captures pondérales réalisables par les pêcheries sur les individus de celles-ci.

Ainsi, chaque cohorte composée de No individus à l'âge au recrutement dans la pêcherie, voit son effectif décroître tout au long de son existence du fait de la mortalité naturelle (même en l'absence de pêche). L'activité d'une pêcherie accentue la baisse de l'effectif de la cohorte, en prélevant un certain nombre de poissons qui constituent la prise. Simultanément, le poids de chaque individu s'accroit selon la loi de croissance de l'espèce. La biomasse totale de la cohorte croît ou décroît selon le bilan de la croissance pondérale de chaque individu et de la décroissance de l'effectif de la cohorte.

Un stock sera le plus souvent composé de diverses cohortes. Si ce stock est en état d'équilibre (recrutement, mortalité naturelle et par pêche, croissance stables), la production annuelle du stock entier sera égale à la production obtenue sur une seule cohorte durant sa vie entière. La production annuelle d'un stock (ou la production obtenue sur N recrues) sera ainsi directement proportionnelle au recrutement, pour un schéma donné d'exploitation, si les paramètres biologiques (croissance, mortalités...) sont identiques.

Toutefois les conséquences relatives de tout changement du schéma d'exploitation, par exemple modification de la taille à la première capture ou de la mortalité par pêche, seront les mêmes, quel que soit le niveau du recrutement. En d'autres termes, les schémas d'exploitation visant à rendre maximale la production de N recrues auront les mêmes effets relatifs, indépendamment du niveau du recrutement. De ce fait, l'étude des stratégies de pêche sera menée fréquemment en termes de production par recrue.

Diverses méthodes permettent de réaliser ces calculs de production par recrue : méthode de Thomson et Bell, méthode de Beverton et Holt, méthode de Ricker. La méthode de calcul la plus souple et la plus fréquemment utilisée pour les thonidés est la dernière; en effet elle est particulièrement adaptée quand les paramètres de croissance et de mortalité en fonction de l'âge sont complexes, comme c'est le cas très souvent chez les thonidés.

La méthode de Ricker (Ricker, 1958) se fonde sur la discrétisation des paramètres de croissance et de mortalité. Le devenir d'une cohorte est ainsi divisé en intervalles de temps. Au sein de chaque intervalle de temps s'appliquent simultanément :

1) le taux instantané de croissance pondérale (Gi)
2) le taux instantané de mortalité naturelle (Mi)

3) le taux instantané de mortalité par pêche (Fi)

L'équation de Ricker permettra de déterminer la prise au sein de chaque intervalle, et la production de la cohorte sera la somme des prises durant tous les intervalles de temps de la phase exploitée.

D'un point de vue pratique, les calculs du modèle de Ricker s'effectuent généralement en calculant tout d'abord la production par recrue correspondant aux vecteurs G, M et F de base, estimés pour les pêcheries en activité. Divers facteurs multiplicatifs peuvent ensuite être appliqués au vecteur F initial, afin de déterminer les conséquences sur la production par recrue de modifications homothétiques du vecteur F. Pour chaque facteur multiplicatif du vecteur F, on peut aussi faire varier la taille à la première capture, en imposant Fi = O jusqu'à un âge à la première capture quelconque. Ces calculs permettent donc d'obtenir des isoplèthes de production par recrue équilibrée en fonction d'une situation de référence de la pêcherie. Les résultats de ces calculs sont particulièrement utiles pour déterminer les conséquences possibles de changements éventuels des tailles à la première capture.

Il existe en outre divers développements à l'équation de base de Ricker, en particulier le modèle à engins multiples appliqué à l'albacore (Lenarz, 1971),dans lequel divers engins appliquent indépendamment différents vecteurs de mortalité par pêche selon l'âge, et possèdent chacun une production par recrue caractéristique de l'engin. La production par recrue totale obtenue sur le stock est alors la somme de celles des divers engins. Cette approche est bien entendu la plus adaptée pour les pêcheries de thonidés pour lesquelles les taux de mortalité par pêche exercés selon l'âge par les divers engins sont très différents.

8.1.2.4. Relations stock recrutement

Les conclusions de l'analyse de production par recrue sont valables quelque soient les niveaux du recrutement. Toutefois le niveau du recrutement conditionne en fait le devenir des stocks et des pêcheries. Il est de ce fait essentiel de contrôler en permanence le recrutement des stocks fortement exploités et de surveiller que le recrutement ne s'effondre pas par suite du trop bas niveau du stock reproducteur ou de conditions écologiques défavorables. Différents modèles mathématiques permettent de décrire la relation entre stock reproducteur et recrutement. Les plus classiques sont les modèles de Beverton et Holt et ceux de Ricker.

Les courbes qui correspondent potentiellement à ces deux familles de courbes, sont données à la figure 8.2 .Selon le type de la courbe qui s'applique au stock, la baisse du stock reproducteur pourra avoir pour conséquences soit une amélioration temporaire du recrutement (type Ricker) due à l'existence d'une prédation des parents sur leurs larves, soit un recrutement stable puis en diminution (type Beverton et Holt).

8.1.2.5. Les modèles de simulation

Ces modèles sont des modèles analytiques, supposant connus divers paramètres sur les stocks et sur les pêcheries qui les exploitent. Il existe une infinité potentielle de ces modèles qui sont réalisés "sur mesure" pour les stocks étudiés. La plupart ont pour objet de faire des prévisions sur le devenir des stocks et des pêcheries, particulièrement dans des situations de déséquilibres qu'ils soient naturels (par exemple effet d'une forte classe d'âge sur les pêcheries), ou bien liés à l'aménagement des pêcheries (par exemple effets d'une règlementation de taille minimale, d'une zone de pêche interdite etc...).

Les premiers modèles proposés sur les thons tropicaux étaient monospécifiques, les plus récents intègrent les principales espèces. Les modèles de simulation permettent en outre d'explorer les conséquences de l'existence de structures de stock complexes sur l'exploitation des

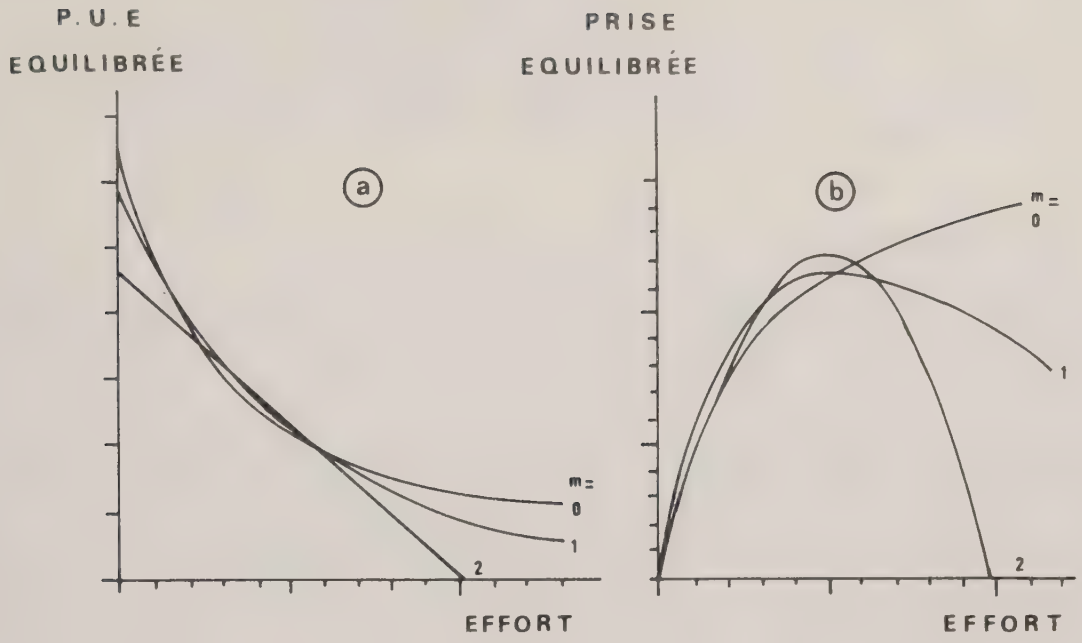


Figure 8.1 Modèle de production: relations d'équilibre entre (a) pue et effort et (b) prise et effort selon 3 valeurs du paramètre m: 0 modèle hyperbolique, 1 modèle exponentiel (Fox), 2 modèle de Schaeffer.

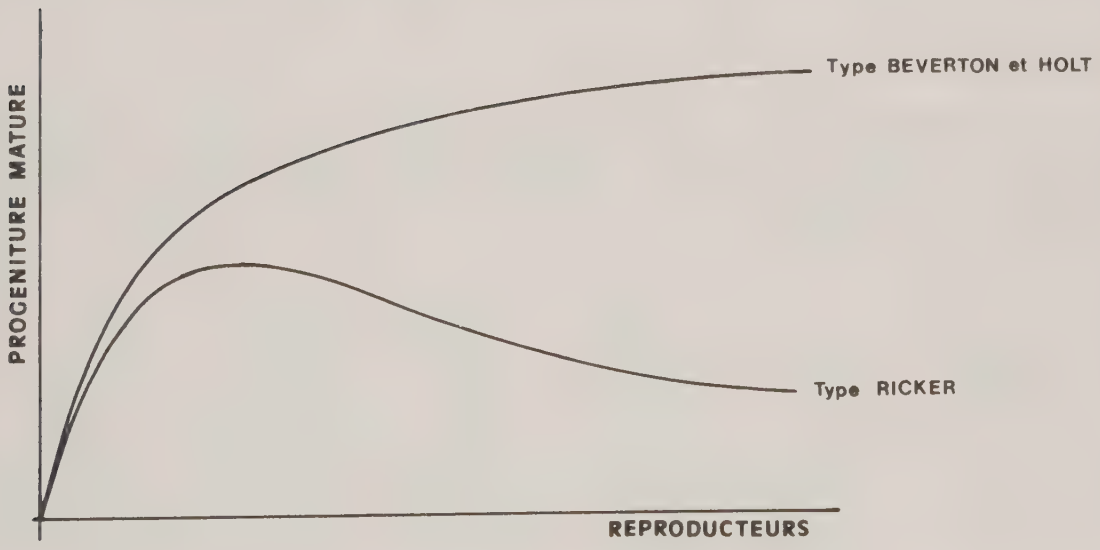


Figure 8.2 La relation stock recrutement selon le modèle de Beverton et Holt et selon celui de Ricker (d'après Ricker, 1975).

pêcheries, grâce à l'introduction de modèles de simulation "à compartiments", entre lesquels se déplacent des fractions des populations sous jacentes exploitées. D'un point de vue mathématique, la plupart des modèles de simulation utilisés sur les thonidés de l'Atlantique tropical ont en commun les équations de production de Thomson et Bell (1934) et utilisent principalement les résultats des analyses des cohortes en particulier les effectifs recrutés, et les capturabilités par âge et par engin (ainsi que les mortalités naturelles par âge admises par hypothèse dans les analyses de cohorte).

8.1.3. Le problème de la composition spécifique :

La composition spécifique des captures est en général basée, soit sur des déclarations commmerciales, soit sur celles des patrons de pêche dans leurs livres de bord. Toutefois les observations des scientifiques effectuées lors des débarquements ont révélé que ces estimations contenaient des biais potentiels sérieux, surtout quand il s'agit de thons de petite taille qui sont fréquemment appelés "listaos" dans les livres de bord, alors que ces captures contiennent en réalité un mélange d'albacore, de listaos et de patudos en proportions variables. Le problème est surtout critique pour les petits patudos qui tendent systématiquement à être confondus avec les albacores, du fait de la grande ressemblance de ces deux espèces aux petites tailles (Fonteneau, 1975). Il est donc indispensable d'opérer une correction des données statistiques contenues dans les livres de bord pour tenter de corriger ces biais. A cet effet, un système d'échantillonnage plurispécifique aléatoire des diverses espèces a été mis en place dans les ports d'Abidjan et Dakar, et couvre les principales flottilles de senneurs depuis 1979 (Diouf, 1985; Bard et Vendeville, 1986). Cette procédure permet d'estimer au sein de chaque échantillon, dont les dates et lieux de captures sont connus, la composition spécifique réelle.

Une procédure décrite par Cayré (1984) a ensuite été mise au point, et permet de corriger les estimations de captures spécifiques par catégories de tailles données dans les livres de bord. Cette procédure a été appliquée à partir de 1979, date de la mise en oeuvre de l'échantillonnage spécifique. La composition spécifique de la période antérieure à 1979 n'a pu être estimée que sur une base statistique, à partir des biais mis en évidence durant la période 1979-1983.

Ces corrections appliquées aux flottilles de senneurs FIS et espagnols ont introduit des modifications importantes dans les proportions des principales espèces, comme le montrent les estimations (en pourcentage de la prise totale annuelle) (1) des livres de bord et (2) des échantillons, pour les senneurs FISM :

		1979	1980	1981	1982
Albacore	(1)	73.3	66.7	61.4	55.0
	(2)	68.9	66.2	63.3	57.7
Listao	(1)	24.6	37.7	37.6	42.9
	(2)	23.2	28.9	29.7	35.4
Patudo	(1)	2.0	1.6	0.9	2.1
	(2)	7.9	4.9	7.0	6.9

Les effets de ces corrections sont significatifs sur le listao dont la prise est en général réduite et surtout sur le patudo dont les prises estimées sont toujours très fortement accrues. Cela aura un impact sérieux en matière d'analyse de l'état des stocks car il s'agit le plus souvent de patudos de très petite taille.

8.2. MODELISATION ET ETAT DES STOCKS

8.2.1. Albacore

8.2.1.1. Le modèle global

(a) Historique

Le modèle global a été souvent utilisé et avec un certain succès pour analyser l'état du stock d'albacore tant du Pacifique Est que de l'Atlantique Est. La première analyse dans l'Atlantique , réalisée en 1972 lors du groupe de travail d'Abidjan (CICTA, 1972), a fourni des estimations de prise maximale équilibrée d'environ 45000 t pour la pêche de surface, l'effort de pêche étant alors jugé supérieur, depuis 1969, à l'effort "optimum".

Ces premières estimations se sont révélées grossièrement fausses, et cela pour diverses causes : La pêcherie de surface n'exploitait en 1971 qu'une zone de pêche côtière très réduite par rapport au stock actuellement exploité ; en outre seules les petites tailles d'albacore étaient alors capturées, alors que désormais toutes les tailles, y compris les grands individus, sont capturés par les senneurs exploitant les zones du large. Enfin, il s'avère que dans l'analyse du modèle global réalisée en 1972, les rendements médiocres observés pour des efforts élevés en 1970 et 1971 étaient dus, non pas à une diminution réelle du stock résultant de l'accroissement de l'effort de pêche, mais surtout au passage dans la pêcherie d'une très faible classe d'âge, la classe 1968. Le modèle global a depuis lors été appliqué chaque année à l'albacore de l'Atlantique Est. Un examen critique des résultats révèle :

(1) entre 1972 et 1982 une augmentation régulière des estimations de la PME et de l'effort optimum et l'existence durant cette période d'un bon accord statistique entre les données et le modèle hyperbolique m = 0 ;

(2) une stabilité des estimations de PME et Fopt obtenues depuis 1982 et l'existence d'un meilleur accord des données avec le modèle exponentiel m = 1.0

b) Le modèle actuel, données de base (tableau 8.1)

Le modèle global est appliqué dans la zone de l'Atlantique située à l'est de 30° est (les prises en provenance de la zone d'étude constituent l'essentiel des prises de l'Atlantique Est, du fait de l'absence de pêcheries d'albacores importantes au nord de 25° nord et au sud de 20° sud). Ces prises sont celles réalisées par les palangriers et par les pêcheries de surface. L'effort de pêche est un effort de pêche effectif théorique sur l'albacore, estimé en divisant les prises totales annuelles par la prise par unité d'effort des flottilles de surface qui est jugée représentative de l'abondance du stock d'albacore. La pue classiquement retenue est celle proposée par Fonteneau (1981) pour les senneurs FIS, modifiée par Fonteneau (1986) pour incorporer les senneurs espagnols à partir de 1980. Cet indice de pue est une moyenne par quinzaine, des pue (en prises par temps de recherche standardisé) par carré de 1 degré. Tous les carrés dans lesquels un effort de pêche jugé significatif a été exercé sont retenus pour ce calcul. A cet effet un seuil de 12 heures par carré de 1 degré durant une quinzaine est retenu classiquement.

c) Le modèle actuel : estimation de la partie maximale équilibrée et de l'effort optimum

Les présents résultats sont ceux adoptés par le SCRS lors de sa réunion annuelle en novembre 1985. La relation entre les prises et les efforts observés ainsi que les modèles ajustés à ces valeurs sont donnés à

la figure 8.3. On constate globalement un bon accord entre le modèle et les données des pêcheries, au moins jusqu'en 1983. A partir de 1984 la forte baisse de l'effort de pêche, due au départ vers l'océan Indien d'une partie de la flottille de senneurs, introduit une modification importante dans la pêcherie. La prise maximale équilibrée est estimée entre 113 et 118000 t (pour un nombre de classes d'âge k contribuant à la prise égal à 3). L'effort de pêche durant les années 1981 à 1983 aurait été supérieur à l'effort optimum. En 1984 et 1985 l'effort très réduit n'altère pas les conclusions du modèle; cet effort réduit semble entraîner, conformément au modèle global, une hausse de l'abondance se traduisant par des pue accrues depuis 1985. En situation d'équilibre la prise doit rejoindre la courbe de production du modèle au niveau de l'effort moyen exercé durant les années les plus récentes. Le modèle global généralisé semble donc bien s'appliquer à l'exploitation de l'albacore de l'Atlantique Est. Un certain nombre de réserves doivent toutefois rester présentes à l'esprit dans son utilisation:

- le modèle ne s'applique que dans des conditions de pêche (engins, zones) voisines de celles des pêcheries actuelles. On a clairement vu l'importance de ces problèmes en comparant les estimations de PME obtenue de 1972 à 1980 avec le développement des grands senneurs et l'extension des zones de pêche. On constate ainsi qu'en réanalysant les données statistiques actuelles selon diverses périodes du temps, les PME estimées ont été en hausse régulière (figure 8.4). La PME s'avère de fait souvent impossible à estimer tant que l'effort exercé n'a pas été véritablement supérieur à l'effort correspondant à la PME et que tout le stock n'a pas été exploité :
- le paramètre "m" demeure délicat à interpréter et à choisir : les prévisions des prises potentielles et des efforts optimaux pour des efforts accrus calculés avec m = 2, 1 ou 0 sont très divergentes (pessimistes avec m = 2,optimistes avec m = 0);
- le modèle global ne prend pas véritablement en compte les variations de productivité du stock en fonction des engins qui l'exploitent, des tailles capturées et de la fraction du stock réellement exploitée. Ces facteurs sont probablement significatifs pour l'albacore, quand l'exploitation peut être réalisée par des canneurs (poids moyen, 3 kg), par des palangriers (poids moyen, 30 kg), ou par des senneurs capturant toutes les tailles d'albacore (engins dont les productions par recrue théoriques sont très différentes et dans une zone de pêche en régulière expansion).

8.2.1.2. Analyse structurale : Recrutement et taux de mortalité par pêche en fonction de l'âge.

Les premières estimations de la mortalité par pêche exercée sur l'albacore du golfe de Guinée étaient basées sur des estimations de la mortalité totale calculée à partir de la décroissance des prises par unité d'effort des classes d'âge exploitées par les engins de surface. Les taux de mortalité totale apparente ainsi calculés pour les jeunes albacores durant la période 1969-71 sont élevés: les estimations du Z moyen étaient égale à 1.8 (CICTA, 1972) et 2.2 (Pianet, 1971).

Si l'on soustrait de cette valeur une estimation raisonnable de M (0.6 ou 0.8), on obtient un F compris entre 1.0 et 1.2 dans l'hypothèse où Z' = F+M. On verra par analyse des cohortes que ces valeurs de F étaient de toute évidence très surestimées, le taux moyen de mortalité par pêche F aux âges 1 à 3 étant à cette époque voisin de 0.16 (pour M=0.6) et ne pouvant en aucun cas être supérieur à 0.2 ou 0.3 (du fait de la convergence des analyses de cohortes). Les premières estimations de Z' voisins de 1.8 comprenaient donc une importante composante liée à la baisse de la capturabilité des jeunes poissons dans la pêcherie, liée à la fois à la méthode de pêche (canneurs et petits senneurs uniquement), et à la zone de pêche exclusivement côtière alors que les albacores en vieillissant migrent vers les zones du large.

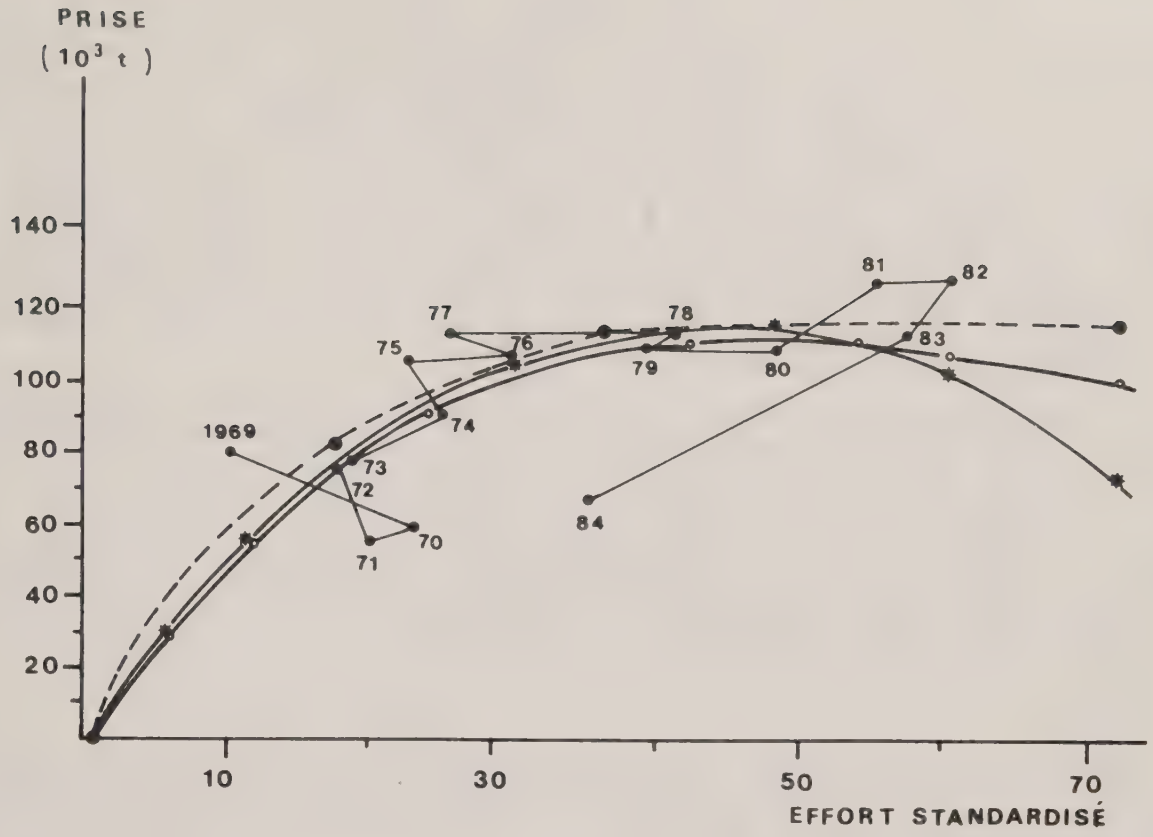


Figure 8.3 Le modèle global ajusté aux prises et aux efforts de l'albacore de l'Atlantique Est (k = 3, m = 1.0).

Tableau 8.1

Prises, efforts et p.u.e. utilisées dans l'ajustement du modèle global Atlantique Est (Prise = prise estimée lors du SCRS 1985, pue = pue senneurs FIS de 1969 à 1978 et senneurs FIS et espagnols combinés de 1979 à 1984).

ANNEE	PRISE	PUE (t/j)	EFFORT DE DE PECHE
1969	80.40	7.78	10334
1970	60.00	2.57	23346
1971	57.10	2.86	19965
1972	77.70	4.34	17903
1973	79.20	4.30	18418
1974	91.80	3.68	24946
1975	107.70	4.79	22484
1976	109.10	3.65	29890
1977	115.30	4.46	25852
1978	115.40	2.82	40922
1979	111.60	2.87	38885
1980	112.30	2.30	48826
1981	134.70	2.37	56835
1982	134.20	2.19	61279
1983	118.50	2.01	58955
1984	70.20	1.56	45000

L'analyse des cohortes a permis de mieux estimer les taux de mortalité par pêche en fonction de l'âge.

Les premières analyses de cohortes (Fonteneau et Lenarz, 1974) réalisées sur l'albacore ont fourni des estimations d'un ordre de grandeur bien meilleur que celles calculées à partir du déclin des pue par âge , mais toutefois encore surestimées par rapport aux estimations actuelles. En effet le F moyen des âges 2 et 3 était alors estimé pour (M = 0.6) entre 0.3 et 0.5, alors que l'estimation actuelle du F de cette période est inférieure à 0.2. Cette surestimation de la mortalité par pêche lors des premières analyses tient principalement au fait qu'à cette époque les scientifiques considéraient que le stock d'albacore était proche de la pleine exploitation. Ceci était peut être correct au niveau des zones de pêche côtières, mais s'est avéré faux au niveau de l'Atlantique Est du fait de l'expansion vers le large des zones de pêche depuis 1975, et du fort accroissement des captures qui en a résulté.

Les analyses de cohortes actuellement retenues par les scientifiques de l'ICCAT sont celles proposées par Fonteneau (1984). On se réfèrera à ce document pour un examen critique des nombreuses hypothèses de base relatives à cette analyse. Les principales hypothèses sont :

(1) l'existence d'une phase de croissance ralentie jusqu'à 70 cm,

(2) le stock subit une mortalité naturelle de 0.8 pendant les deux premières années,(sur 100 individus au début d'une année, 55 meurent de mort naturelle), puis une mortalité naturelle de 0.6 (sur 100 individus au début d'une année, 45 meurent de mort naturelle).

(3) la pue des senneurs FIS mesure sans biais majeur la tendance de la biomasse.

Les taux de mortalité par pêche moyens par âge pour 3 périodes caractéristiques de l'évolution des pêcheries 1963 à 1965, 1971 à 1974 et 1979 à 1982 sont donnés au tableau 8.2 et à la figure 8.5. Cette figure met en évidence l'évolution des schémas d'exploitation du stock par les pêcheries et explique largement les problèmes d'ajustement du modèle global. Ces chiffres montrent que la mortalité par pêche exercée sur les jeunes albacores s'est accrue dans des proportions relativement modérées entre la période 1971-1974 et la période 1979-1982 : 67% environ pour les âges 0 et 1, stabilité des mortalités par pêche pour les âges 2 et 3. Au contraire la mortalité par pêche sur les adultes de plus de 4 ans s'est accrue dans de fortes proportions et aurait été multipliée par 3.1 d'une période à l'autre.

L'un des résultats saillants de l'analyse des cohortes est que la mortalité par pêche exercée sur les jeunes albacores serait relativement modérée , comparée à celle subie par les adultes : F entre 5 mois et 2 ans voisin de 0.24, pour une capture annuelle moyenne d'environ 6 millions d'individus de moins de 2 ans.

Un autre résultat important de l'analyse des cohortes est l'estimation qu'elle fournit des populations sousjacentes par âge , donc de la biomasse du stock. Ce résultat est donné à la figure 8.7. On constate à l'examen de cette figure la lente et régulière décroissance de la biomasse "théorique" entre 1955 et 1982. Cette tendance est comparable à celle de la pue des senneurs. On notera aussi que la forte baisse observée dans les pue palangrières à leur origine (1956 à 1965), est en contradiction avec la baisse modérée de la biomasse calculée pour le stock adulte (Fonteneau, 1985; figure 8.7).

Un des paramètres intéressants à calculer à partir des résultats de l'analyse des cohortes est la mortalité par pêche en fonction de l'âge par engin. A cet effet on a calculé à partir des données de Fonteneau (1984) les F moyens par âge exercés par engin de 1979 à 1982 ainsi que ceux de deux périodes historiques, 1962-1965 et 1971-1974. Les résultats de ces calculs sont donnés au tableau 8.3 et à la figure 8.6. La comparaison des

Tableau 8.2 Taux de mortalité par pêche moyens exercés sur l'albacore de l'Atlantique Est pour 3 périodes.

	F annuel moyen		
Période / Age	1963 - 65	1971 - 74	1979 - 82
0	.012	.117	.201
1	.049	.177	.290
2	.144	.169	.153
3	.071	.203	.254
4	.169	.254	.695
5+	0.076	.259	.901

Tableau 8.3 F moyens estimés pour l'albacore par âge et par engin durant 3 périodes de la pêcherie (1ère 63-65, 2: 71-74, 3: 79-82) (calculs selon la méthode de Fonteneau 1984).

	CANNEURS TEMA			CANNEURS TYPE FIS			SENNEURS			PALANGRIERS		
PERIODE / AGE	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	.012	.092	.039	0	.001	.005	0	.024	.157	0	0	0
1	.010	.057	.046	.037	.039	.033	.002	.081	.211	0	0	0
2	.003	.014	.011	.127	.042	.018	.009	.108	.122	.005	.005	.002
3	.001	.001	.001	.020	.013	.009	.015	.142	.221	.035	.047	.023
4	0	0	0	0	.002	.003	.008	.156	.638	.101	.096	.054
5+	0	0	0	0	.002	.005	.006	.169	.820	.070	.088	.076

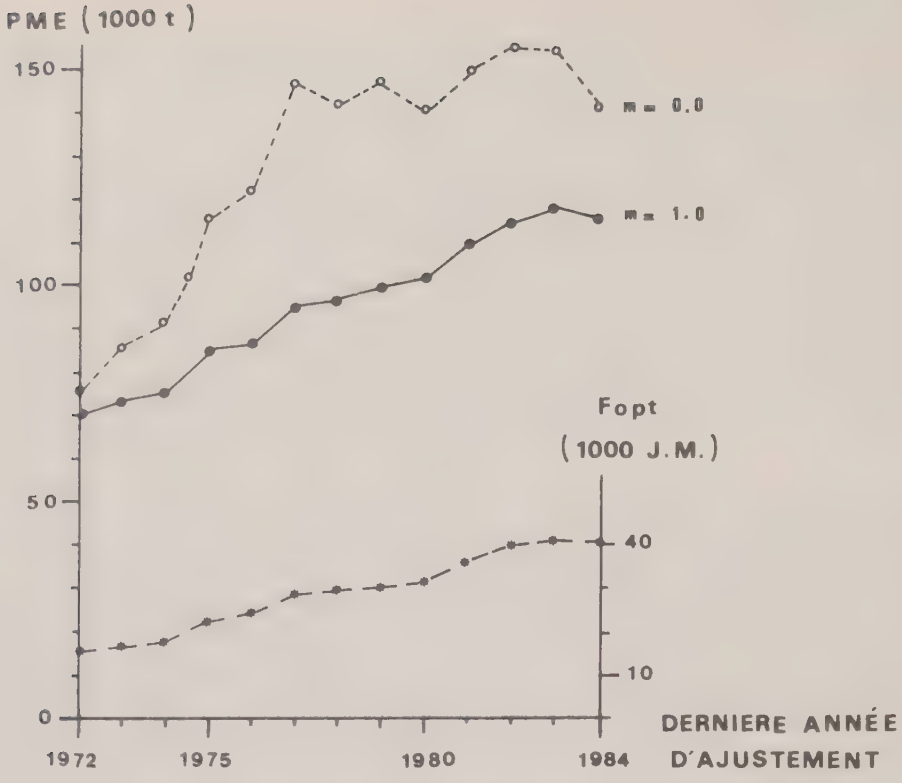


Figure 8.4 Evolution de la prise maximale équilibrée (PME) de l'albacore et de l'effort optimum (Fopt) calculés sur la série statistique actuelle des prises et efforts 1962 à 1984, selon la durée de la période d'ajustement.

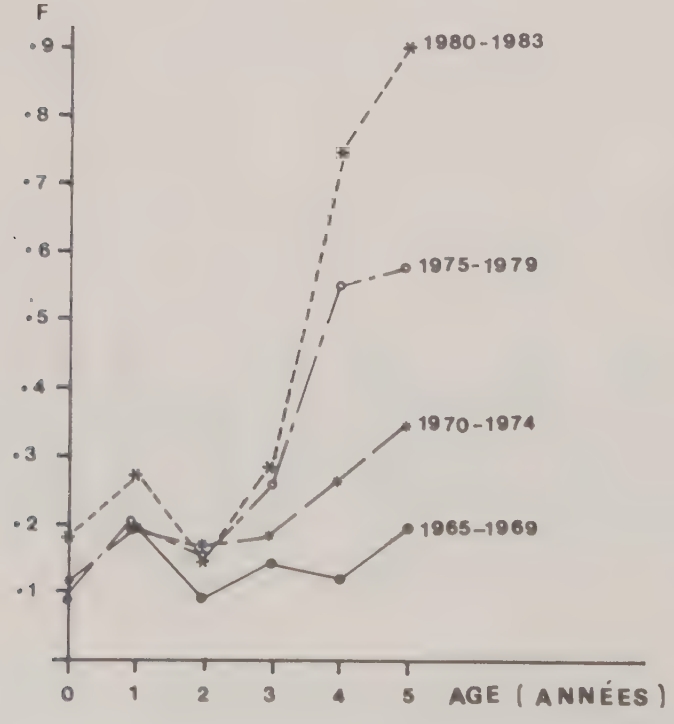


Figure 8.5 Taux de mortalité par pêche moyens par âge exercés sur l'albacore durant quatre périodes caractéristiques des pêcheries: 1965 à 1969, 1970 à 1974, 1975 à 1979 et 1980 à 1983.

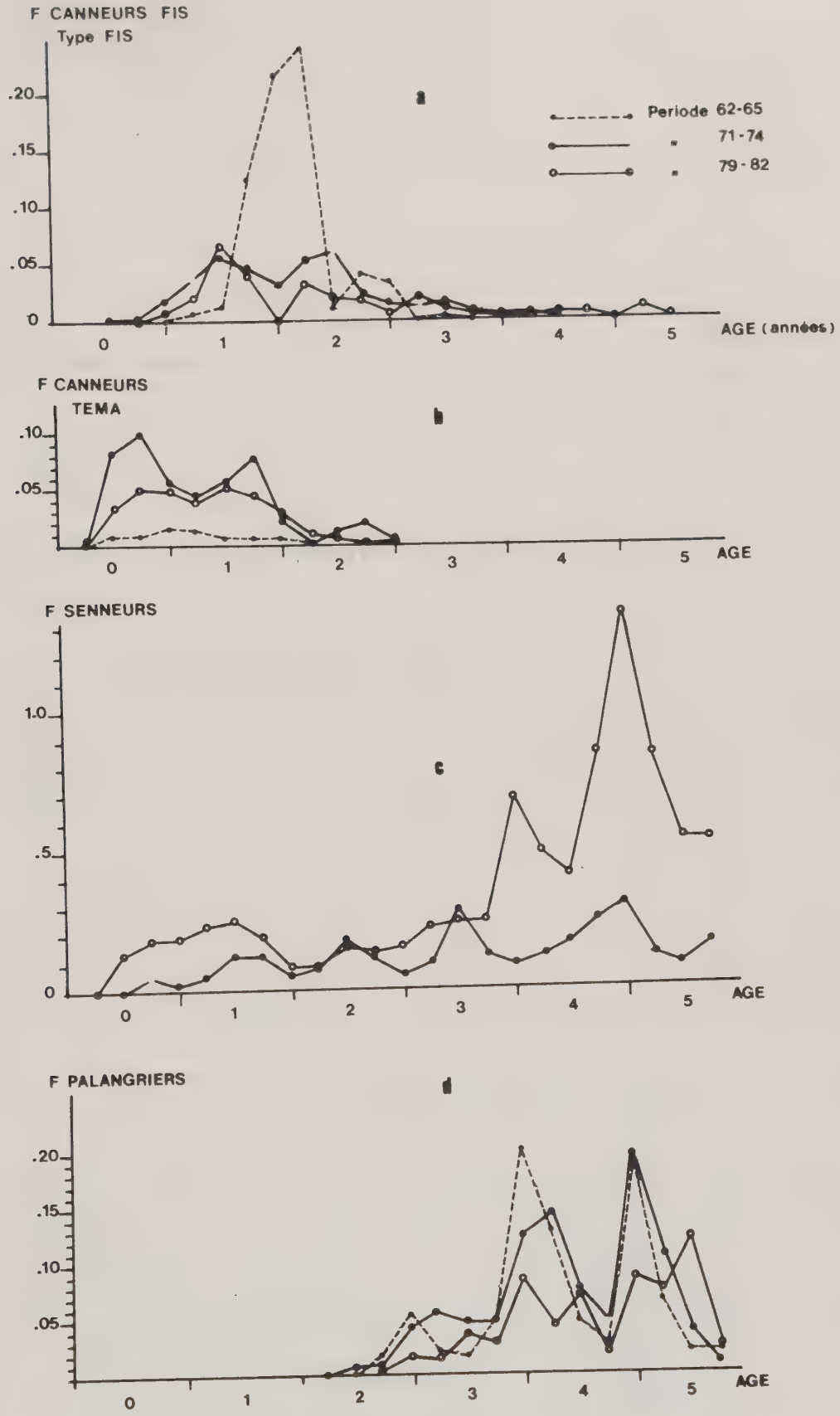


Figure 8.6 Taux de mortalité par pêche moyens par âge par engin exercés sur l'albacore durant 3 périodes de 3 ans caractéristiques (1962 à 1965, 1972 à 1974 et 1979 à 1982) pour les canneurs (a), les canneurs de Téma (b), les senneurs (c) et les palangriers (d)

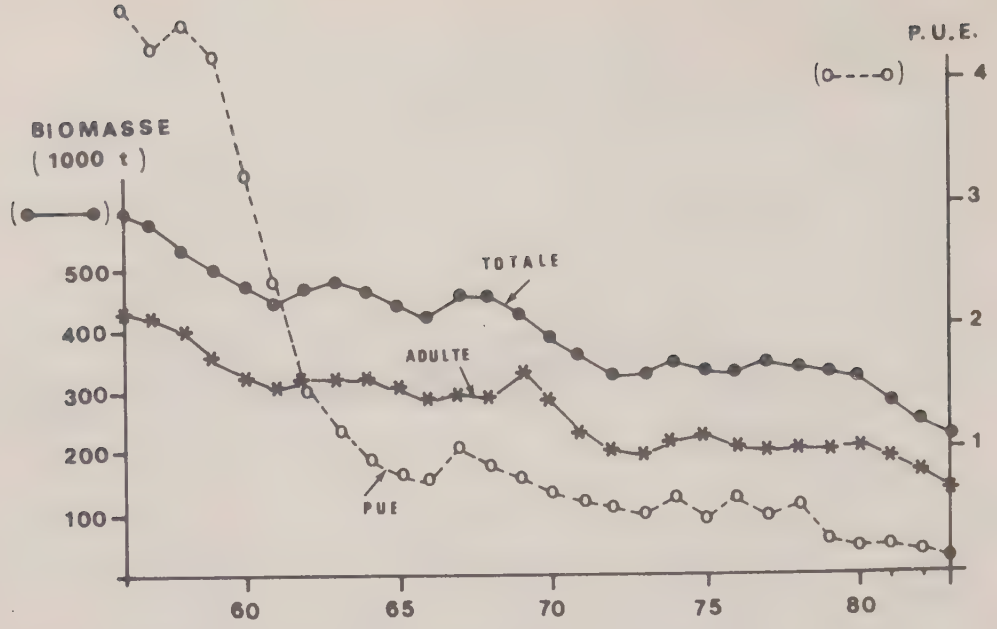


Figure 8.7 Evolution de la biomasse du stock adulte et de celle du stock total d'albacore de l'Atlantique Est calculées par analyse des cohortes.

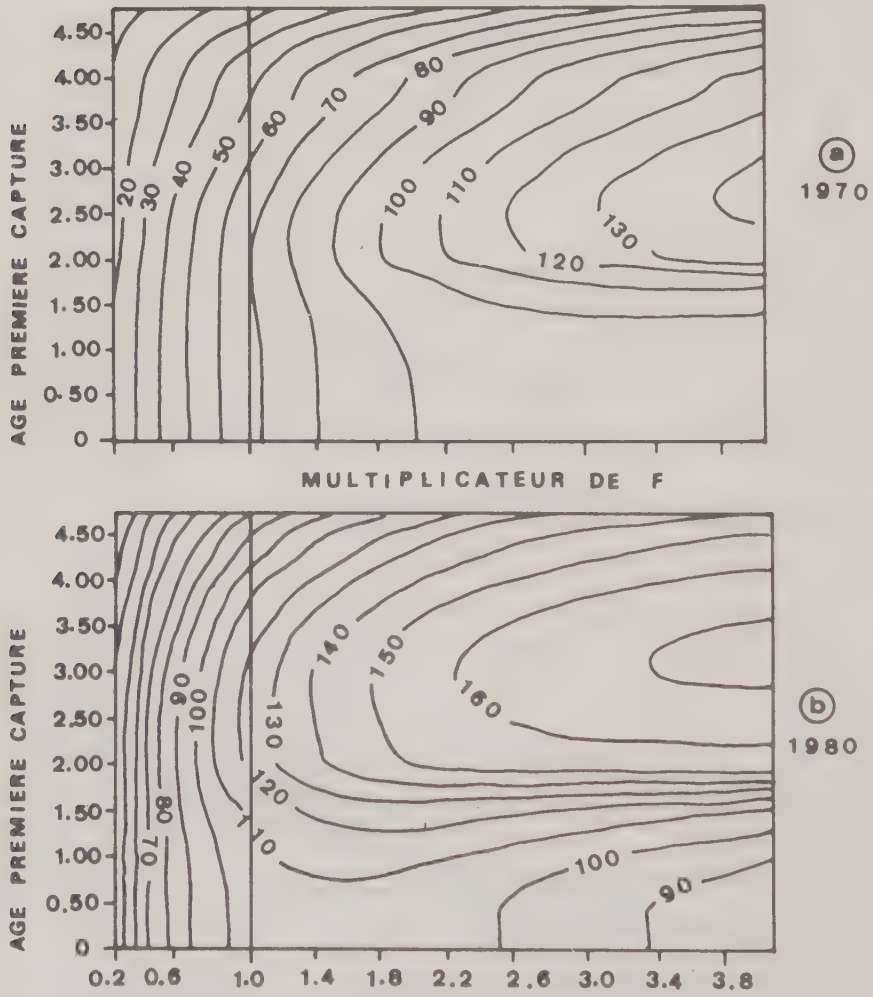


Figure 8.8 Isoplèthes de production par recrue calculées par le modèle de Ricker pour l'albacore de l'Atlantique Est pour les années 1970 (a) et 1980 (b).

facteurs F par engin durant ces trois périodes montre :

- une relative stabilité des F exercés par les canneurs FIS et de Tema
- un accroissement des F des senneurs, spécialement sur les vieux individus (en raison de l'accroissement de la taille des senneurs et de l'extension vers le large des zones de pêche) et sur les jeunes (de moins de 1.5 an), surtout durant la période récente.
- une forte réduction des mortalités par pêche des palangriers : les F des palangriers sont en régulière et forte diminution quand on compare les 3 périodes.

8.2.1.4. Production par recrue

Les premières analyses de production par recrue sur l'albacore du golfe de Guinée ont été réalisées par Lenarz (1971), par Joseph et Tomlinson (CICTA 1972), puis par Lenarz et al., 1974. Ces premiers travaux ne présentent plus qu'un intérêt "historique", car ils supposaient un stock proche de la pleine exploitation et des mortalités par pêche élevées, hypothèses qui se sont trouvées contredites par l'accroissement des prises durant les dix années qui ont suivi. En conséquence, seules les analyses de production par recrue récentes, postérieures aux années 1980, devront donc être considérées. On retiendra par exemple dans Fonteneau (1984) les isoplèthes de production par recrue calculées pour les années 1970 et 1980 (figure 8.8) qui sont caractéristiques de deux périodes.

- La pêcherie de 1970 exploite l'albacore avec un F moyen égal à 0.15 et une mortalité par pêche en fonction de l'âge alors relativement constante. Dans cette pêcherie il n'y a presque aucun bénéfice potentiel à accroitre l'âge à la première capture (+2 % pour tc = 2.0 ans). La production maximale est inférieure à 100000 t pour des mortalités par pêche multipliées par 4 environ.
- La pêcherie de 1980 exploite le stock avec un F légèrement accru sur les jeunes (F moyen = 0.24) et fortement accru sur les vieux (F moyen = 0.49). Il y a dans cette pêcherie un certain bénéfice potentiel à attendre d'un accroissement de la taille à la première capture : 19 % d'accroissement pour un âge à la première capture porté à 2.5 ans. Dans ce modèle, la production par recrue en fonction de F est proche de son maximum et ne peut être accrue que de 4 % en multipliant le vecteur des F par âge par un facteur 1.4 (ce stock serait donc proche de la pleine exploitation).

Ces conclusions représentent des ordres de grandeur "relatifs" probablement assez fiables de l'évolution de la production par recrue du stock d'albacore. On notera au vu de ces résultats que la règlementation de taille limite à 3.2 kg adoptée par l'ICCAT en 1973 en se basant sur les premières analyses de production par recrue, n'était probablement pas alors justifiée en termes de production par recrue, du fait que la mortalité par pêche était beaucoup plus faible qu'on l'estimait alors. Dans la pêcherie récente, les analyses de production par recrue indiquent par contre l'utilité théorique potentielle de cette mesure (sous réserve bien entendu qu'elle soit appliquée).

Sont aussi classiquement calculées (Fonteneau, 1981) les productions par recrue théoriques des divers engins, afin de comparer les performances relatives théoriques de ceux-ci. Le modèle de Ricker appliqué aux vecteurs des mortalités par pêche de la figure 8.6 permet d'estimer ces productions par recrue. Ces résultats théoriques sont représentés à la figure 8.9.

On y constate les médiocres performances potentielles des canneurs dont la production maximale théorique serait, s'ils pêchaient seuls, inférieure à 80000 t (canneurs FIS) ou 50000 t (canneurs de Tema), ceci pour des efforts de pêche très supérieurs aux efforts observés.
Les senneurs ont un rendement par recrue potentiel compris entre 95000 t (pêcherie historique) et 120000 t (pêcherie actuelle). Les palangriers ont la meilleure production théorique dépassant 160000 t. Ce résultat est bien entendu en contradiction avec les médiocres performances effectives de cette pêcherie qui ont été observées pour des efforts accrus. Ce résultat

semble du à la baisse du facteur capturabilité des palangriers, qui est mise en évidence par les résultats de l'analyse des cohortes, mais qui demeure difficile à interpréter (hétérogénéité des stocks profonds et de surface, saturation de l'effort de pêche à des niveaux d'efforts élevés, inaptitude des palangriers à exploiter les fortes concentrations d'albacore).

8.2.1.5. Recrutement

Des indices de recrutement ont été calculés pour l'albacore selon diverses méthodes :
- à partir des prises par unité d'effort trimestrielles par âge par zone et engin, selon la méthode proposée par Laurec et Fonteneau (1979),
- à partir des analyses de cohortes où, pour un niveau d'effort de pêche donné, la prise réalisée sur chaque cohorte est proportionnelle à l'abondance de la cohorte (Fonteneau, 1984).

Les estimations de recrutement obtenues par ces deux méthodes ont toutefois une mauvaise concordance (figure 8.10) et ce, sans que ces divergences soient explicables. Les seules éléments qui semblent se dégager sont :
(1) que le recrutement ne semble pas avoir été altéré durant la période d'observation.
(2) que les fluctuations du recrutement semblent modérées.

Cette relation stock recrutement semble être d'un type Beverton et Holt avec un recrutement sans tendance dans une large gamme de stocks reproducteurs. Toutefois, pour des très faibles valeurs du stock reproducteur, le recrutement risque de diminuer alors très rapidement pour tendre bien entendu vers zéro lorsque le stock reproducteur devient nul. Un niveau critique des stocks reproducteur en deça duquel le recrutement pourrait s'effondrer a parfois été évoqué pour les thonidés à 10 % du stock vierge sans que ce pourcentage ne repose sur aucune observation véritable .

Fonteneau (1981) estime que la fécondité du stock d'albacore aurait été réduite à environ 52 % de son niveau initial au début des années 1980 par rapport au stock vierge des années 1950.

8.2.1.6. Les modèles de simulation de la pêcherie d'albacore

Le premier modèle a été introduit par Fonteneau (1975). Il s'agit d'un modèle de type Ricker où divers engins exploitent un même stock en lui infligeant chacun une mortalité par pêche variable selon l'âge. Moyennant diverses hypothèses sur les paramètres biologiques (recrutements futurs en particulier), et sur ceux des pêcheries (efforts, capturabilités, etc...), ce modèle permet d'analyser les états de transition et de déséquilibre des stocks et des pêcheries qui sont difficiles à saisir par le modèle de Ricker classique.

Le modèle original a ensuite été développé en un modèle à "compartiments" (Fonteneau, 1981) dans lequel le stock n'est pas à proprement parler unique, mais divisé en sous unités géographiques dont les populations se mélangent selon des taux de migrations variables selon l'âge ; l'existence de divers engins de pêche est bien entendu conservée. Ce modèle a l'avantage de mieux traduire une réalité biologique fondamentale, celle que les thonidés sont des espèces migratrices. Il est toutefois d'un emploi délicat du fait qu'il demande des estimations des taux de migrations entre les compartiments, taux qui demeurent à l'heure actuelle très hypothétiques.

Le dernier développement dans les modèles de simulation de la pêcherie d'albacore (Fonteneau, 1984) sera analysé plus en détails au paragraphe 8.2.4. Il s'agit d'un modèle du premier type, i.e. exploitant un stock unique sans compartiments, mais où plusieurs espèces sont exploitées simultanément par les divers engins. Ce modèle a été mis au point et

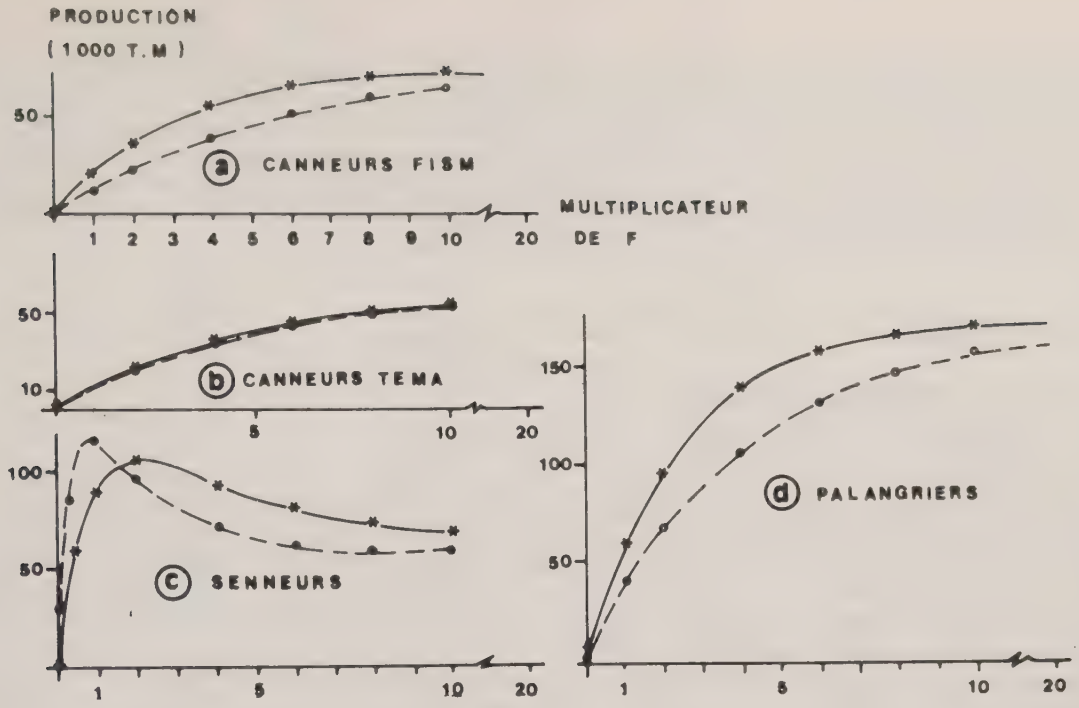


Figure 8.9 Production par recrue théorique sur l'albacore des canneurs FIS, des canneurs de Téma, des senneurs et des palangriers opérant chacun isolément et sans taille limite à la première capture, durant deux périodes de la pêcherie: 1971 à 1974 et 1979 à 1982.

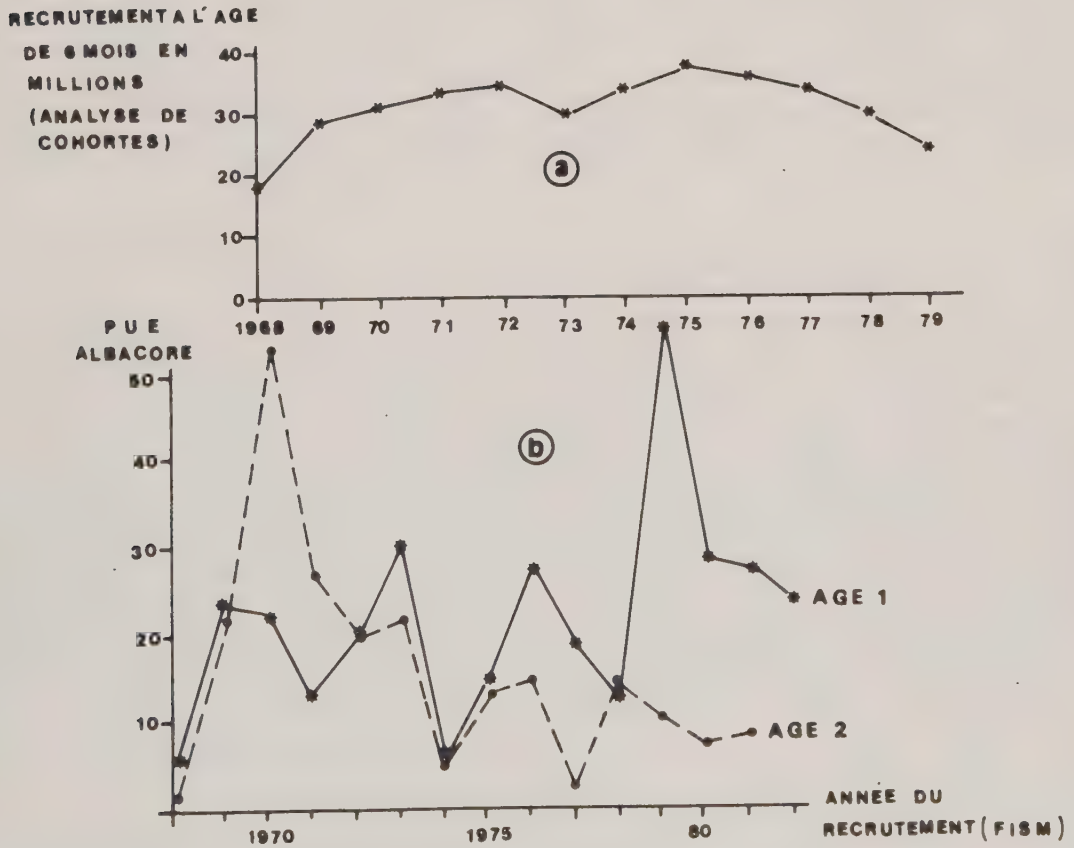


Figure 8.10 Indices de recrutements calculés pour l'albacore (a) par analyses de cohorte et (b) à partir des pue trimestrielles par engin des âges 1 et 2 dans la flottille FIS (méthode Laurec - Fonteneau, 1977).

utilisé afin d'estimer l'impact potentiel sur les pêcheries des trois espèces principales (albacore, listao, patudo) de mesures interdisant la pêche dans les strates où sont concentrés les albacores juvéniles. Ce modèle suggère que si des bénéfices modérés peuvent être espérés pour l'albacore en conséquence de ces mesures, ces bénéfices seraient en général réduits à néant par des pertes supérieures de listaos qui sont généralement abondants en mélange avec les petits albacores.

8.2.2. Listao

8.2.2.1. Le modèle global

Le modèle global n'a été que rarement employé pour analyser l'état des stocks de listao. Les causes de cette situation sont multiples : tout d'abord l'effort de pêche effectif exercé sur le listao est très difficile à estimer (Fonteneau, 1986). La plupart des flottilles en opération dans l'Atlantique de l'est ont, selon les années, soit délibérément évité de capturer les listaos, soit les ont recherché activement. Ces comportements ont été très fluctuants selon les prix de vente et l'abondance du listao et de l'albacore, les caractéristiques des senneurs en activité, la nationalité des équipages et divers facteurs non identifiés. Il en résulte de fortes variations des rendements, sans qu'il y ait de corrélation apparente entre les rendements des différentes flottilles. Fonteneau (1986a) et Cayré (1985) ont toutefois tenté durant la période récente d'utiliser le modèle global pour le listao, en tentant de calculer des pue "effectives" en listao.

Les résultats de ces analyses demeurent très hypothétiques du fait qu'il n'existe pas clairement pour le listao de baisse de la pue liée à un accroissement de l'effort de pêche effectif (contrairement à d'autres espèces comme l'albacore ou le patudo). L'examen de la relation entre la prise de listao et l'effort des senneurs et des canneurs (figure 8.11) suggère toutefois que le stock de listao n'a pas atteint sa pleine exploitation, du fait que les accroissements récents de la capacité de transport de ces deux flottilles se sont traduits en moyenne par des prises accrues.

8.2.2.2. Analyse structurale : Recrutement et mortalités par pêche en fonction de l'âge

Les premières estimations ont été réalisées par le groupe de travail ISRA-ORSTOM (1976). Les résultats de cette analyse ne présentent toutefois plus qu'un caractère historique du fait du peu de données disponibles à l'époque. Les principales analyses ont été réalisées à l'issue de l'année internationale du listao, programme réalisé en 1981, et dont les conclusions ont été présentés lors du symposium de Teneriffe (juin 1983) et publiées par l'ICCAT en octobre 1986. Les estimations des mortalités par pêche sur le listao résultent de deux types d'analyses : celles des données de marquages et celles des analyses de cohortes. Les analyses des marquages ont été réalisées par Bard (1986). Elles portent sur l'interprétation du taux de recapture des listaos marqués, principalement de ceux marqués au large du Ghana par le Japon. Après correction des divers biais classiques à ce type d'analyses, Bard (1986) conclut que le stock de listao situé au large du Ghana subirait un taux de mortalité par pêche global F égal à 0.54. La même analyse suggère qu'une fraction significative de la population exploitée dans la zone de pêche émigre hors de celle-ci, conduisant à une très forte mortalité totale apparente.

Kleiber et al. (1984), analysant les mêmes données de recaptures et en utilisant le modèle mis au point par la Commission du Pacifique Sud (Kleiber et al., 1983), obtiennent des estimations comparables des taux de mortalité par pêche, F = 0.40. Ces deux analyses ne s'appliquent au mieux que pour la fraction du stock de listaos exploités dans la zone centrale du

golfe de Guinée (5° nord à 5° sud). Elle ne concerne donc pas les importantes zones de pêche de listao situées dans les secteurs du Sénégal et de l'Angola et qui semblent relativement moins exploitées. Par ailleurs, les classiques analyses de cohortes ont aussi été appliquées au stock de listao de l'Atlantique Est. (Fonteneau, 1986; Cayré et Diouf, 1985).On se réfèrera aux travaux de ces derniers auteurs pour connaitre les détails des hypothèses et des méthodes d'analyse de ces données. A ce stade on notera que les analyses de cohortes sur le listao sont rendues particulièrement difficiles du fait principalement :

(1) du processus de recrutement continu et de la forte variabilité interindividuelle de la croissance.

(2) de la variabilité du recrutement.

(3) de la difficulté d'ajuster les analyses de cohortes, du fait que ni la mortalité par pêche, ni la population sous jacente ne sont connues.

Cayré et Diouf (1985) concluent qu'il existe dans la pêcherie actuelle de listao de l'Atlantique Est trois phases distinctes : (figure 8.12).

(1) durant la phase initiale du recrutement, de 1 jusqu'à 2 ans, le vecteur des prises par âge est croissant et la mortalité par pêche est estimée à environ 0.10 (période 1979-1982).

(2) durant une deuxième phase d'une durée de 2 ans (de 2 à 4 ans), le vecteur des prises par âge est stable ou peu décroissant; le stock exploité s'accroit encore par immigration, et la mortalité par pêche atteint en moyenne F = 0.48 à 2 ans et F = 0.22 à 3 ans (période 1979 à 1982).

(3) la population exploitée disparait ensuite brutalement, probablement par émigration hors des zones de pêche, et le taux de mortalité par pêche devient alors très faible : F = 0.06 à 4 ans et F = 0.05 à 5 ans.

La comparaison des mortalités par pêche récentes avec celles exercées durant la période 1969-1972 montre que l'accroissement des mortalités par pêche s'est surtout exercé sur les jeunes listaos de moins de 3 ans (figure 8.12). On constate que la mortalité par pêche calculée par analyse des cohortes à l'âge des marquages (2 à 4 ans) est d'un ordre de grandeur voisin de celles calculées à partir des recaptures de marquages, bien que les zones ne soient pas strictement comparables.

8.2.2.3. Production par recrue

Les analyses de production par recrue donnent des conclusions pratiquement identiques indépendamment des hypothèses sur la croissance et la mortalité naturelle. La principale conclusion est qu'il n'y a aucun bénéfice potentiel à espérer de la mise en oeuvre d'une taille limite à la première capture (figure 8.13). Toute taille limite dans les conditions actuelles de pêche (courte phase exploitée, effectifs importants, potentiel limité de croissance pondérale) ne pourrait pas avoir d'effets positifs, et serait même susceptible de réduire la production par recrue. Les possibilités d'accroître la production par recrue en augmentant l'effort de pêche semblent par contre probables (stock modérément exploité). Toutefois ce potentiel d'acroissement de la production par recrue est difficile à estimer car très largement fonction de la procédure d'ajustement des analyses de cohortes. Ce potentiel demeure donc largement indéterminé (comme dans le modèle global...) et pourrait de toutes manières être modifié par des modifications éventuelles du schéma d'exploitation (profil des mortalités par pêche exercées aux différentes âges).

8.2.2.4. Recrutement

La variabilité du recrutement du listao est particulièrement difficile à mesurer du fait des fortes variations de la capturabilité (interannuelles, saisonnières, et en fonction de l'âge).

Les conclusions actuelles (Cayré, 1985) sont que la variabilité du recrutement serait modérée de 1 à 2, et que le recrutement ne manifeste pas

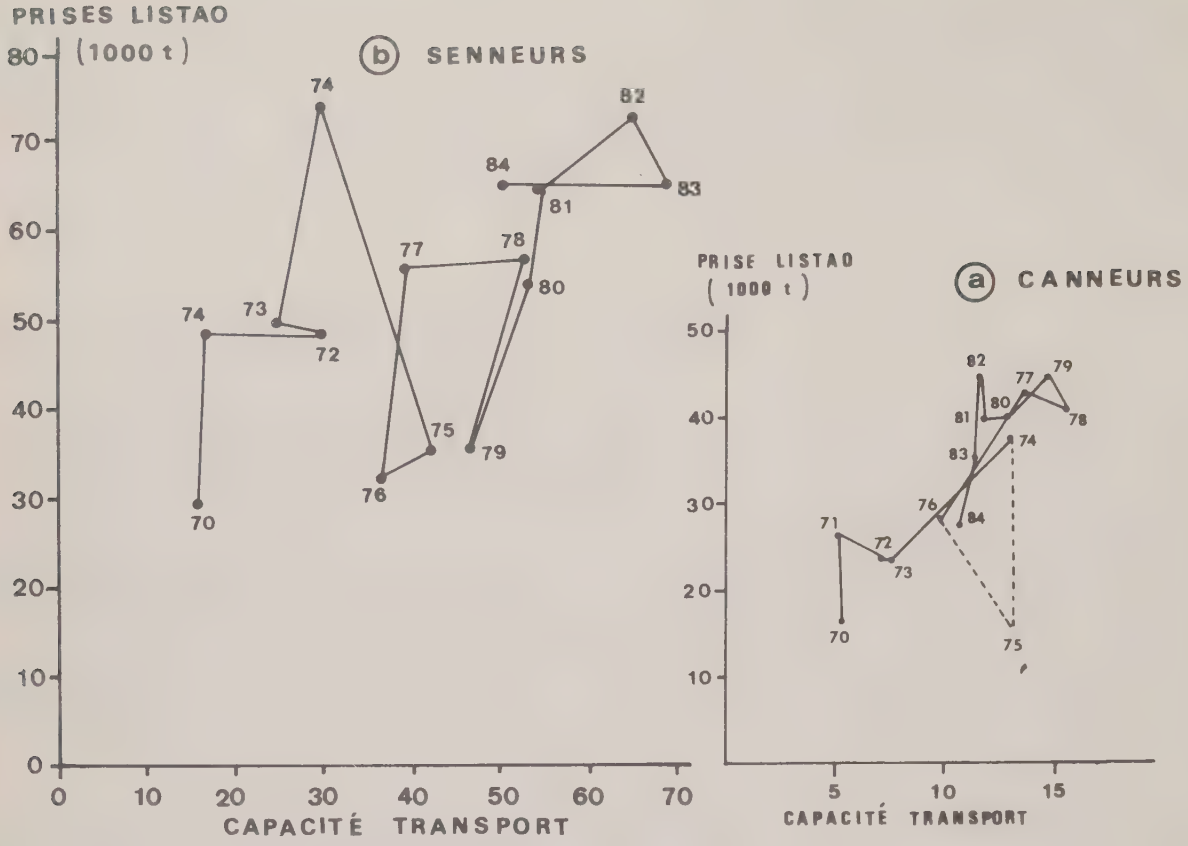


Figure 8.11 Relation entre la prise annuelle de listao et la capacité de transport des flottilles de senneurs (a) et de canneurs (b) (Atlantique Est).

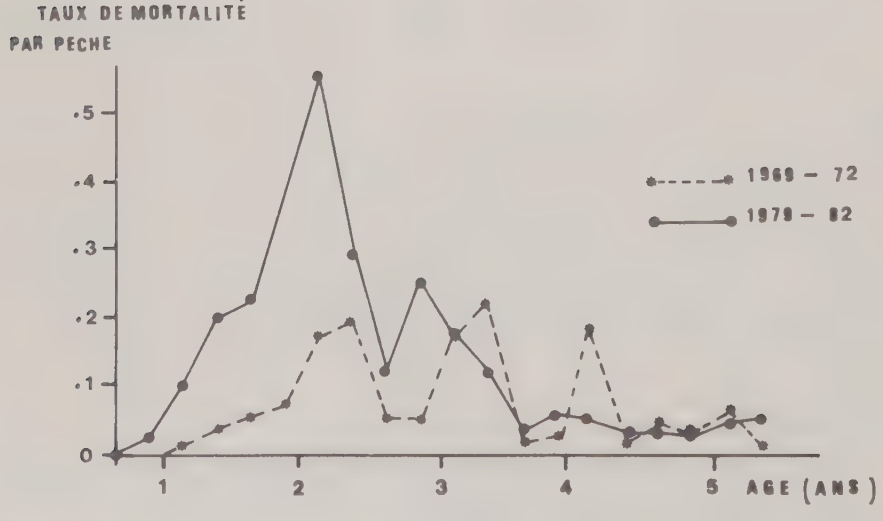


Figure 8.12 Taux de mortalité par pêche moyens par âge exercés sur le listao de l'Atlantique Est durant deux périodes caractéristiques: 1969 à 1972 et 1979 à 1982.

de tendance nette. Ceci n'a rien de surprenant si l'on considère la forte fécondité de l'espèce (Cayré, 1986), le fait que la biomasse est encore peu diminuée par la pêche, et surtout que l'espèce semble capable de se reproduire dans des conditions géographiques et saisonnières très variées. Tout indique donc que la relation stock recrutement du stock de listao serait comme pour l'albacore du type Beverton et Holt avec des recrutements sans tendance dans une large gamme de stocks reproducteurs.

8.2.2.5. Simulations

Les méthodes de simulation n'ont pas été fréquemment employées pour le listao. A cela diverses raisons :

- la faible durée de l'exploitation de l'espèce rend peu intéressantes les analyses des situations de déséquiliobre du stock et des pêcheries (contrairement à l'albacore ou au patudo).
- les compétitions potentielles entre engins sont faibles et à court terme.
- peu de classes d'âges sont exploitées, et en conséquence les variations du recrutement auront un effet imprévisible et marqué sur les pêcheries.
- la variabilité marquée et imprévisible de la capturabilité, i.e. de la relation entre l'effort nominal et la mortalité par pêche, conduit le plus souvent à des projections erronées des rendements des flottilles.

Les seules applications d'un modèle de simulation du listao sont celles décrites au paragraphe 8.2.4. Cette simulation proposée par Fonteneau (1984) dans le cadre du groupe de travail sur les thonidés tropicaux juvéniles a en fait pour objet d'estimer les conséquences potentielles sur le stock de listao, de mesures visant à interdire les strates à forte densité d'albacore et de patudo juvéniles. Dans ce modèle, le listao intervient donc comme une espèce accessoire d'une pêcherie plurispécifique. Le modèle montre que, dans les conditions récentes des pêcheries, le potentiel de perte de listaos résultant de la fermeture des zones à albacore et patudos juvéniles, est pratiquement toujours supérieur aux gains réalisables sur les deux autres espèces. La conclusion intéressante au sujet du listao est que toute perte significative des captures de listao à un âge donné, ne peut pas être compensée ultérieurement. Cela tient bien évidemment à la fois au faible potentiel de croissance pondérale de l'espèce, à sa mortalité naturelle élevée et surtout aux migrations de l'espèce hors des zones de pêche.

8.2.3. Patudo

8.2.3.1. Le modèle global

La particularité du modèle global appliqué au patudo est que l'effort de pêche effectif est calculé exclusivement à partir des rendements de la pêche palangrière (méthode de Honma, 1970). En effet le patudo n'est capturé par les pêcheries de surface que d'une manière relativement marginale ou accidentelle et on ne dispose donc pas pour ces flottilles d'indices de prise par unité d'effort significatifs de l'abondance de l'espèce.

Les premières analyses réalisées sur le patudo de l'Atlantique à l'aide du modèle global ont été présentées à l'ICCAT en 1975 par Kume (1976) et par Sakagawa (1976). Les deux études concluaient que pour un m égal à 1.0 ou 2.0, le stock était alors proche de la pleine exploitation. Les prises maximales équilibrées pour m=1.0 étaient ainsi estimées à 3400t (Kume, 1976) et 46000 t (Sakagawa, 1976). Depuis lors, les estimations de prise maximale équilibrée et d'effort optimum ont été en constante augmentation; la plus récente estimation de la PME est (en 1985) de 76000 t pour m=1.0. L'estimation actuelle de la PME et de l'effort optimum sont en

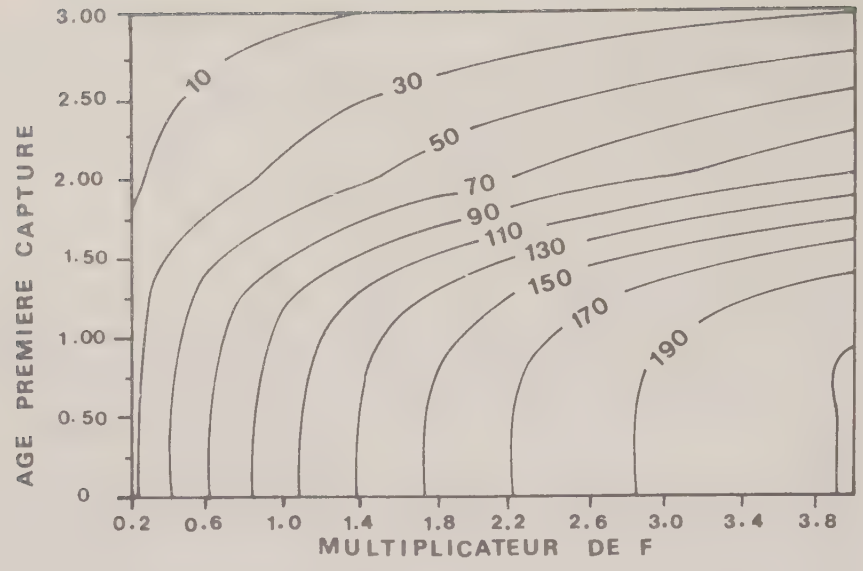


Figure 8.13. Isoplèthes de production par recrue pour le listao de l'Atlantique Est, modèle de Ricker, calculés pour l'année 1980 (Cayré et Diouf, 1984).

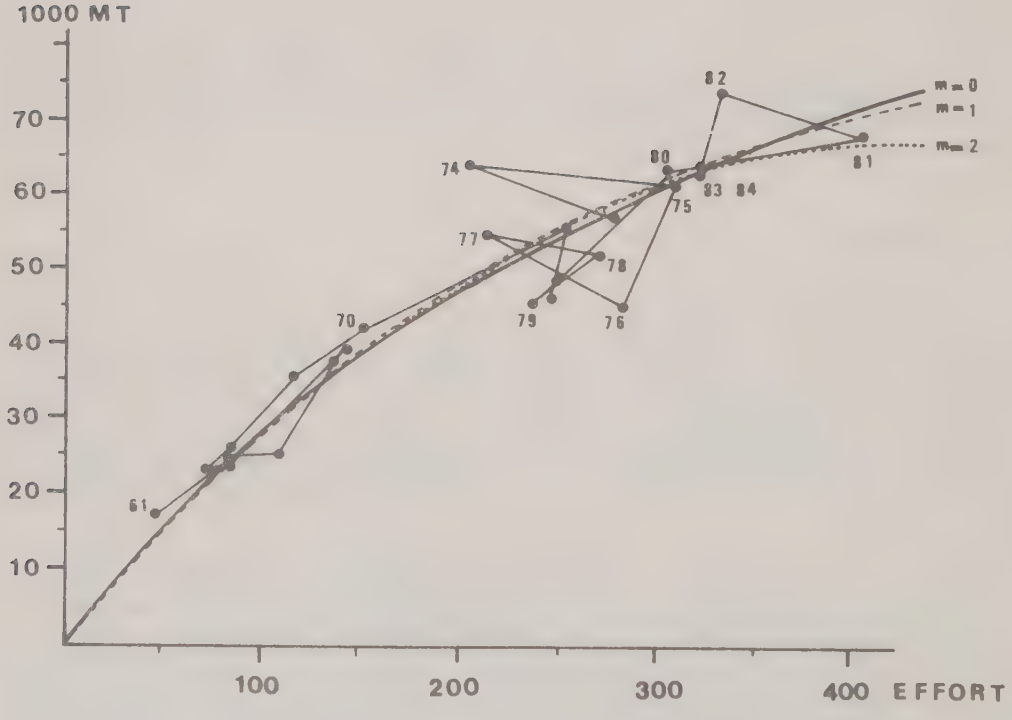


Figure 8.14 Le modèle global ajusté aux prises et aux efforts du patudo de l'Atlantique Est (k = 4, m = 0.1 et 2.0).

outre sensibles à la valeur du paramètre m : la PME est ainsi comprise entre 66500 t pour m=2.0 et 145900 t pour m=0.0 avec K=5 (figure 8.14).

Cet accroissement marqué des estimations de la PME, comparable à celui observé pour l'albacore, mérite une certaine considération. Le changement est dû, entre autres facteurs :

(1) au développement des pêches palangrières sur le patudo. Les flottilles ont diversifié leurs zones de pêche en se concentrant sur le patudo et en exploitant les couches d'eau plus profondes (depuis la fin des années 1978) par l'introduction des palangres profondes. Les pêches de surface sur les jeunes se sont aussi développées de faon marquée du fait des captures accrues par les senneurs.

(2) aux révisions statistiques effectuées en 1984 sur les prises de surface de patudo (paragraphe 8.1.3); ces révisions ont significativement accru l'estimation des prises de patudo.

La réanalyse de la relation prise-pue à partir des données statistiques actuelles, et en analysant la relation selon différentes périodes montre que, comme pour l'albacore, les estimations de PME et Fopt se sont régulièrement accrues quand la pêcherie s'est développée (figure 8.15).

Cet accroissement des PME est moins net que pour l'albacore du fait de la très forte pue observée pour les palangriers en 1974, (environ 50 % supérieure à celles de 1973 et de 1975), qui fausse, en les exagérant, les estimations de PME calculées de 1974 à 1977. Si l'on admet en 1974 une pue égale à la moyenne des pue observées en 1973 et 1975, on obtient des estimations de PME en régulier accroissement de 1972 à 1984: de 43000 t en 1972 à 76000 en 1984.(Les causes possibles de la forte pue observée en 1974 n'ont pas été étudiées, mais sont probablement liées à un accroissement temporaire du facteur capturabilité et non pas à un fort accroissement de la biomasse adulte qui est impossible biologiquement du fait de la présence de nombreuses classes d'âge).

Ces révisions permanentes de la prise maximale équilibrée doivent inciter les scientifiques à une certaine prudence et à une certaine modestie. Le patudo de l'Atlantique est un deuxième bon exemple d'un stock où depuis 1974 les scientifiques répètent que la PME est "presque atteinte", en augmentant chaque année leurs estimations de PME et de Fopt en fonction de l'accroissement des prises et des efforts de pêche (figure 8.15).

8.2.3.2. Analyse structurale : Recrutement et taux de mortalités par pêche en fonction de l'âge

La seule méthode employée pour estimer les taux de mortalités par pêche a été l'analyse des cohortes. Les premières analyses ont été réalisées par Kume (1976) et avaient pour objet l'analyse de la pêcherie palangrière de gros patudos. Les premières analyses concernant l'ensemble des pêcheries sont celles de Marcille et Armada (1979). Ces auteurs donnent en fait une large fourchette de F par âge correspondant à diverses hypothèses de F terminaux. Les analyses les plus récentes, celles de Pereira (1984), donnent les meilleures estimations actuelles de F. Celles-ci sont globalement comprises dans la zone d'incertitude proposée par Marcille et Armada. On note toutefois que, tant les statistiques de pêche de patudo (surtout celles des pêcheries de surface), que les estimations des paramètres biologiques de l'espèce, se sont beaucoup améliorées depuis 1976. Tenant en outre compte du fait que les pêcheries se sont très significativement développées depuis ces premières analyses, on retiendra les chiffres les plus récents données par Pereira (1984), auquel on se référera en ce qui concerne les hypothèses et les méthodes d'analyses. On notera toutefois que toutes ces analyses ont été réalisées dans l'hypothèse où la mortalité naturelle M est égale à 0.8 pendant deux

Tableau 8.4

Prises, pue et efforts de pêche concernant le patudo, utilisés dans le modèle global (données de Kumé, 1986) (la pue palangre est corrigée pour l'introduction de la palangre profonde).

ANNEE	PRISE TOTALE (1000T)	PUE PALANGRE (KG/100H)	EFFORT EFFECTIF
1961	17000	36.80	46.20
1962	23100	29.30	78.90
1963	26000	30.70	84.70
1964	23500	28.20	83.30
1965	39200	27.50	142.50
1966	25000	23.10	108.30
1967	24700	28.40	87.10
1968	23000	31.40	73.30
1969	35400	30.40	116.40
1970	41500	27.40	151.50
1971	54900	21.70	252.80
1972	46300	19.10	242.50
1973	56300	20.30	277.10
1974	63500	31.20	203.50
1975	60600	19.80	306.10
1976	44600	15.90	280.80
1977	54100	25.40	212.70
1978	51500	19.30	267.40
1979	45100	19.10	235.60
1980	62600	20.60	303.70
1981	67000	16.60	404.60
1982	72900	22.00	330.70
1983	62200	19.50	319.30
1984	62200	19.50	319.30

Tableau 8.5

F moyens par âge du patudo de l'Atlantique (hypothèse F prob. de Pereira, 1984).

PERIODE	AGE (années)								F Moyen
	0	1	2	3	4	5	6	7	
1972-1975	0.051	0.074	0.064	0.104	0.143	0.208	0.281	0.248	0.140
1976-1979	0.076	0.102	0.073	0.104	0.133	0.200	0.176	0.144	0.126
1980-1983	0.127	0.200	0.102	0.173	0.315	0.332	0.216	0.140	0.201

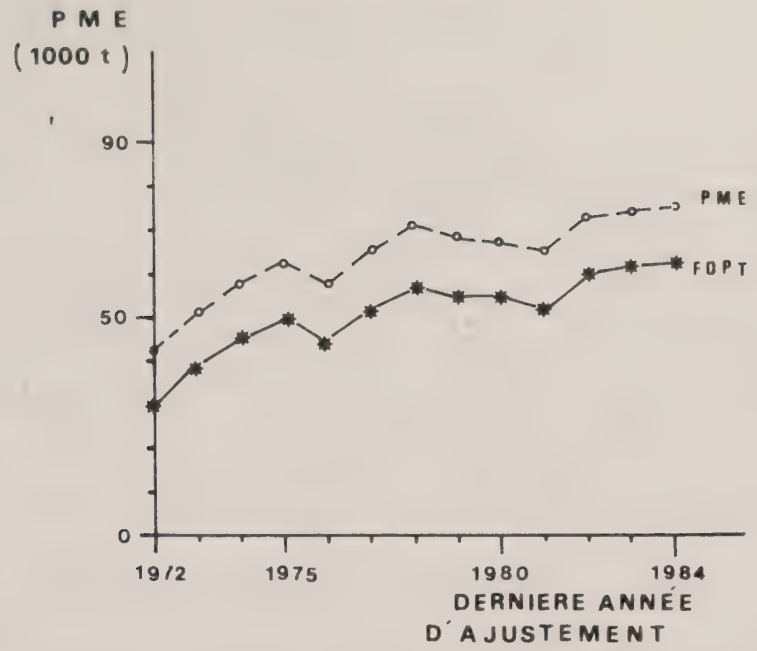


Figure 8.15. Evolution de la PME et du Fopt calculés pour le patudo sur la série statistique actuelle des prises et efforts 1961 à 1984, selon la durée de la période d'ajustement. (La pue de 1974 est supposée égale à celle de la moyenne des pue de 1973 et 1975).

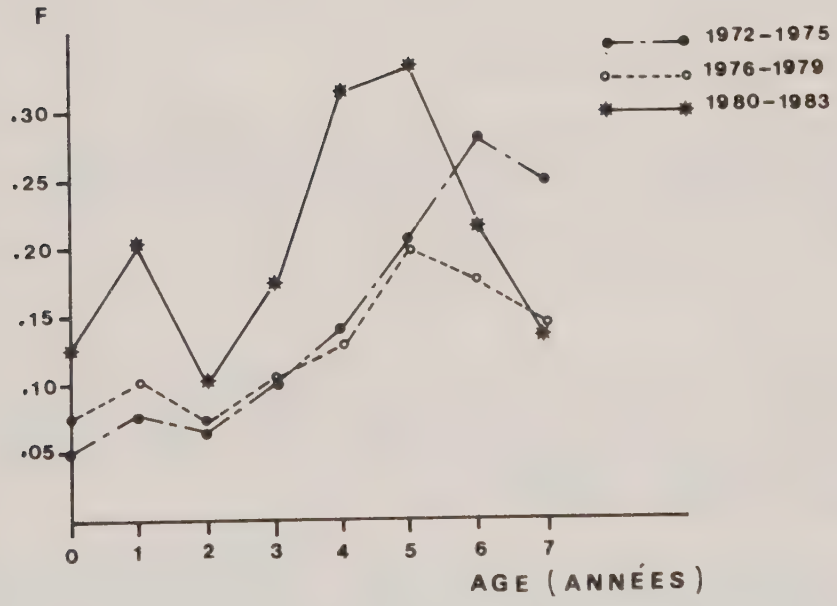


Figure 8.16. Taux de mortalité par pêche moyens exercés sur le patudo en fonction de l'âge durant trois périodes caractéristiques: 1972 à 1975, 1976 à 1979 et 1980 à 1983.

ans (soit 45 survivants à la fin d'une année pour 100 recrues) et devient égale à 0.4 par la suite (soit 67 survivants à la fin de l'année pour 100 recrues).

La figure 8.16 donne les mortalités par pêche moyennes en fonction de l'âge pour trois périodes de 4 ans durant les années récentes. Ces chiffres sont calculés à partir des recrutements variables estimés comme étant les plus probables. Ces estimations sont obtenues en ajustant les biomasses théoriques du stock d'adultes, calculées par l'analyse des cohortes, avec la pue palangrière (calculée à partir de l'effort effectif; Honma, 1974).

On constate que le F moyen serait resté relativement stable durant les deux périodes 1972-1975 et 1976-1979. (F = 0.14 et F=0.13). On note un accroissement sensible de F durant la période récente où le F moyen est égal à 0.20. Dans les 3 périodes, le F sur les patudos âgés de plus de 4 ans est supérieur au F sur les jeunes. L'allure du F par âge durant la période récente, 1980 à 1983, est caractéristique avec deux modes : un premier mode sur les jeunes d'âge 0 et 1, et un deuxième mode sur les patudos adultes de 4 à 5 ans.

On note par ailleurs pour le patudo, comme pour l'albacore, que chaque engin exerce sur le patudo un vecteur de mortalité par pêche caractéristique de l'engin. A cet effet ont été recalculés d'après les données de Pereira (1984) les vecteurs de pêche moyens de chaque engin durant les périodes 1969-1972 et 1979-1982 (figure 8.17). On note que le profil des F par âge est globalement très stable entre les deux périodes, et caractéristique de chacun des engins (exception faite de la mortalité par pêche des senneurs sur les jeunes patudos qui était nulle durant la période 1969-1972, ceci très probablement par suite d'une mauvaise identification des petits patudos (paragraphe 8.1.3).

La biomasse du stock de patudo calculée selon les mêmes analyses de cohortes, montre une décroissance lente et régulière (figure 8.18) du stock total aussi bien que de la fraction d'adultes.La décroissance du stock d'adultes estimée par analyse des cohortes est très comparable à celle des pue palangrières (contrairement à l'albacore, figure 8.7).

8.2.3.3. Production par recrue

Les premières analyses ont été réalisées par Kume (1976), puis Marcille et Armada (1979). Ces analyses ne présentent qu'un caractère "historique" et on ne retiendra que les analyses les plus récentes, utilisant les meilleures statistiques et les meilleurs paramètres biologiques, celles de Pereira (1984). Le modèle de Ricker a, comme pour l'albacore, été utilisé pour analyser la production par recrue du stock de patudo.

La production par recrue du patudo était en 1975 de 2.41 kg. Le maximum de production par recrue à cette époque aurait été, avec les F par âge exercés alors, de 3.18 kg pour des mortalités par pêche triples de celle de 1975. Dans la pêcherie de cette époque aucun bénéfice de production par recrue ne pouvait être attendu d'une limite d'âge à la première capture (figure 8.19).

Dans la pêcherie de 1982, la production par recrue s'est accrue à 2.60 kg ; le maximum de production avec les F par âge exercés serait de 2.86 kg (+ 10 %) pour des mortalités par pêche accrues de 80 %. Dans cette pêcherie de 1982 un modeste accroissement de production par recrue de 5 % est attendu d'un âge à la première capture porté à 2.5 ans. Ce bénéfice serait accru à 14 % pour les mortalités par pêche correspondant à la production par recrue maximale (vecteur des mortalités par pêche multiplié par 1.8).

On se rappellera que l'ICCAT a adopté depuis 1979 une taille limite à 3.2 kg pour le patudo. Cette taille limite avait alors un objectif double :

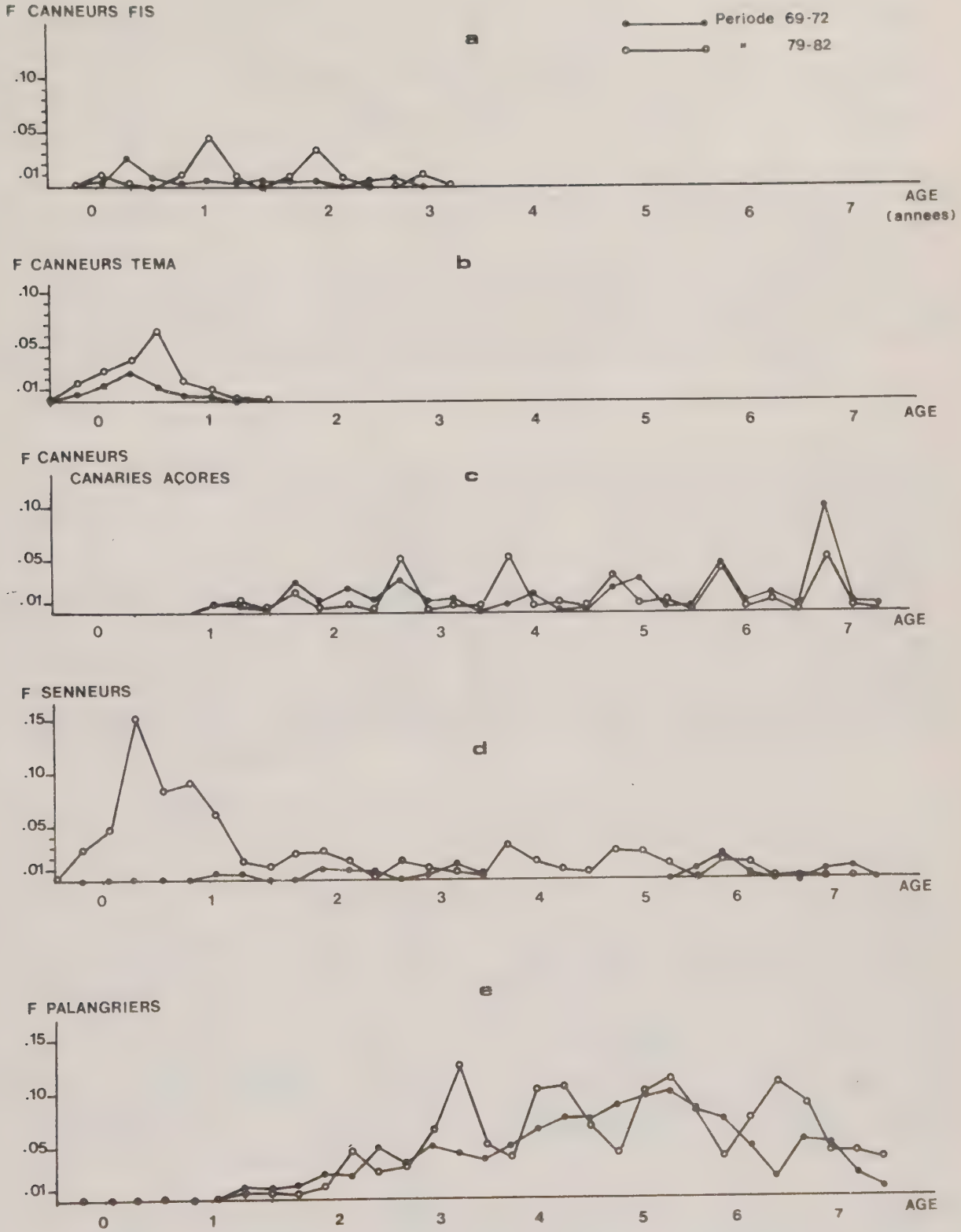


Figure 8.17 Taux de mortalité par pêche moyens exercés sur le patudo en fonction de l'âge par divers engins (a: canneurs FIS, b: canneurs de Téma, c: canneurs des Canaries et Açores, d: senneurs, e: palangriers) durant la période récente, moyennes 1969 à 1972 et 1979 à 1982 (calculé à partir des données de Pereira, 1984; hypothèse F.opt).

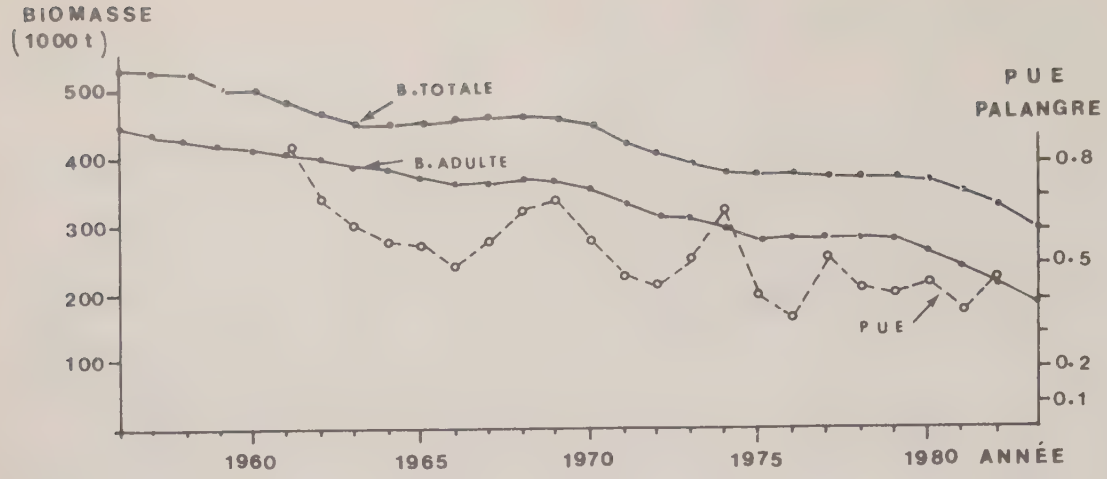


Figure 8.18 Evolution de la biomasse du stock de patudo de l'Atlantique (stock adulte et stock total) (recalculé à partir des données de Pereira, 1984; hypothèse Fopt).

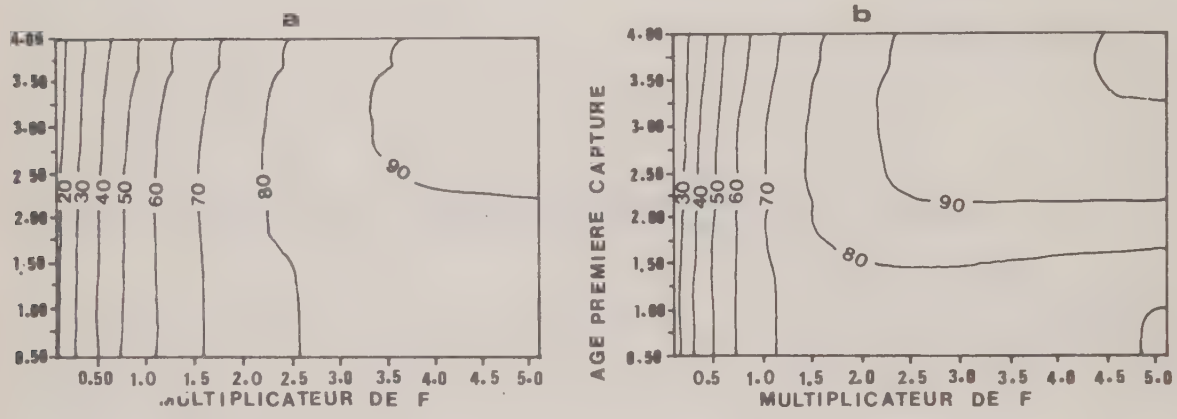


Figure 8.19 Isoplèthes de production par recrue calculées par le modèle de Ricker pour le patudo de l'Atlantique pour les années 1975 (a) et 1982 (b) (d'après Pereira, 1984).

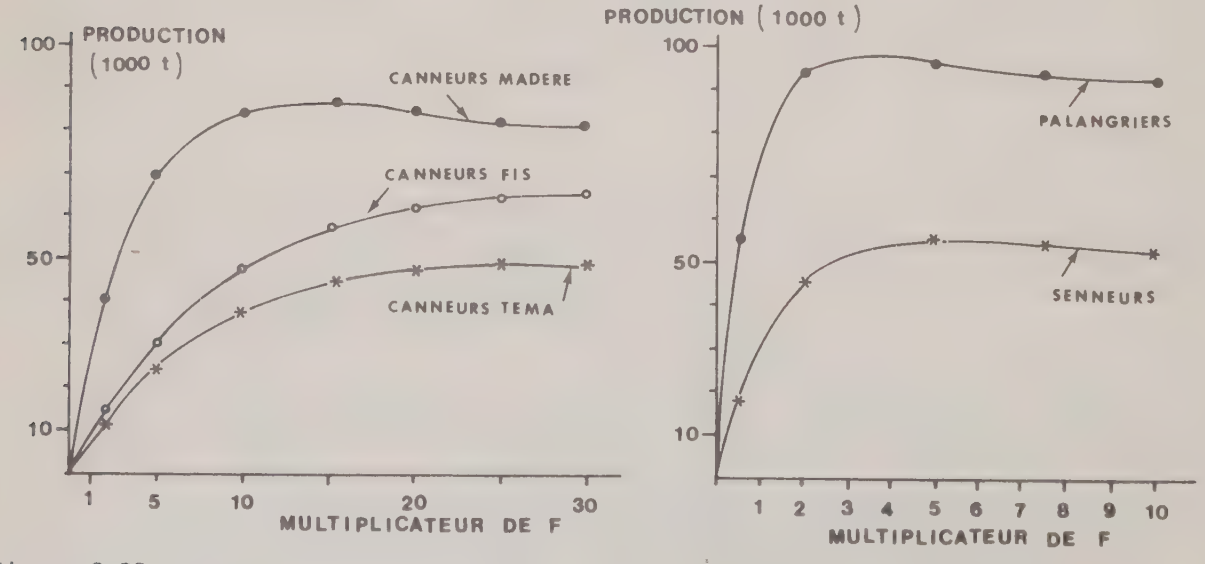


Figure 8.20 Production par recrue théorique sur le patudo des canneurs FIS, des canneurs de Téma, des senneurs, des canneurs des Açores-Madères-Canaries et des palangriers calculées pour la période 1979 à 1982 (d'après les F par âge de la figure 8.17).

tout d'abord améliorer la production par recrue du patudo en réduisant la mortalité sur les juvéniles, ensuite résoudre le problème statistique de certaines fausses déclarations où des albacores hors taille semblaient fréquemment être déclarés comme étant du patudo. Le deuxième objectif, améliorer les statistiques, a semble-t-il été plus ou moins atteint. Le premier objectif n'a par contre pas été atteint, d'une part du fait que la règlementation n'a jamais été véritablement appliquée, d'autre part parceque l'amélioration de production par recrue qu'on pouvait réellement en espérer était semble-t-il faible.

On note par ailleurs les productions par recrue potentielles très variables des divers engins supposés exploiter le stock isolément (figure 8.20) : les palangriers ont la meilleure production théorique avec près de 100000 tonnes, suivis par les canneurs des Canaries et du Portugal avec 85000 tonnes. Les senneurs n'atteignent que 55000 tonnes, les canneurs de Tema ont une prise potentielle théorique inférieure à 50000 tonnes. Bien qu'entièrement potentiels et théoriques ces chiffres traduisent sans doute bien certaines différences de production par recrue de divers engins exploitant un même stock à des âges différents.

8.2.3.4. Recrutement

Aucune analyse détaillée n'a été réalisée sur la variabilité du recrutement du patudo. L'analyse de Pereira (1984) basée sur l'analyse des cohortes indique un recrutement avec une faible variabilité et sans tendance apparente. Ce résultat demeure hypothétique du fait des incertitudes relatives à la méthode employée, principalement du fait que les prises par âge des vieux patudos ne constituent très probablement qu'une vérité statistique moyenne, mais ne peuvent pas mesurer la variabilité réelle des prises des divers âges présents dans la pêcherie d'adultes. Ce problème sérieux pour toutes les espèces, l'est particulièrement pour le patudo dont la durée d'exploitation est estimée à 8 ans. Les résultats observés, variabilité modérée du recrutement et absence de tendance notable, semblent toutefois très classiques et caractéristiques des thonidés tropicaux, au moins dans les gammes actuelles des taux d'exploitation.

8.2.3.5. Simulations

Les premières simulations de pêcheries multi-engins de patudo ont été réalisées par Potier et Fonteneau (1982) à partir des résultats d'analyses de cohortes "moyennes" de la période 1976-1978. Le modèle employé est le modèle de simulation multi-engins et à compartiments, proposé par Fonteneau (1981) pour l'albacore. Les simulations ont pour objet de prévoir année par année les conséquences sur le patudo de diverses mesures visant à réduire les prises de petits patudos par les senneurs et les canneurs de Tema. Les changements de production par recrue ainsi calculés sont en général faibles; en particulier dans l'hypothèse où le stock n'est que modérément exploité, qui semble aujourd'hui la plus vraisemblable. Toute réduction des captures de patudos juvéniles dans la zone équatoriale serait en général compensée par des captures accrues des palangriers et des canneurs de la zone nord. Toutefois les gains à terme sont en général modestes (conformément à la production par recrue, quelques pourcents), et surtout ils sont en général longs à apparaitre (3 à 4 ans) dans les pêcheries d'adultes.

Les plus récentes simulations sur le patudo ont été celles réalisées dans le cadre du groupe de travail sur les thonidés tropicaux juvéniles. Dans ce modèle, la pêcherie multi-engins exploite simultanément les trois espèces albacore, listao et patudo. Le modèle a pour but de mesurer les conséquences sur la production par recrue de la fermeture des strates à albacore et patudo juvéniles. Les conclusions de ce modèle pour le patudo sont voisines de celles obtenues sur l'albacore : il est en général possible d'améliorer la production par recrue équilibrée du patudo par la fermeture de strates choisies pour leur abondance de juvéniles. Toutefois

ce bénéfice est en général modeste, et il est le plus souvent annihilé par des pertes en listao d'un poids supérieur aux gains cumulés d'albacores et de patudos.

8.2.4. Les simulations à engins et espèces multiples

Le modèle est structurellement analogue au premier modèle de simulation mis au point par Fonteneau (1975), i.e. une simulation où divers engins exploitent un stock unique en exerçant chacun une mortalité par pêche variable selon l'âge. Dans le modèle à espèces multiples (Fonteneau, 1984), plusieurs espèces (chaque espèce étant considérée comme un stock) sont exploitées simultanément. En outre il est possible d'introduire en cours de simulation des modifications des schémas d'exploitation de chaque espèce. L'objectif du modèle est de tenter d'estimer les conséquences sur les diverses pêcheries, de la fermeture éventuelle des strates engin-mois-zone de 5° pour lesquelles on observe en moyenne des captures importantes d'albacore et de patudo de petite taille. Dans un premier temps, on calcule par analyse des cohortes les vecteurs des mortalités par pêche F par âge , engin et espèce, exercés dans la strate qu'on envisage de fermer à la pêche. Dans un deuxième temps on introduit dans le modèle ces modifications des F pour ensuite comparer les prises et les pue, avec ou sans fermeture, durant la période de transition conduisant à l'équilibre des trois espèces. L'équilibre est atteint rapidement pour le listao qui n'est exploité significativement que pendant une brève durée. L'équilibre pour l'albacore est atteint après 6 ans et celui pour le patudo après 8 ans seulement.

Dans un premier temps, les strates avec des captures importantes d'albacores et de patudos juvéniles ont été identifiées : sur le plan saisonnier on note que le maximum des captures de ces juvéniles est traditionnellement observé chaque année de juin à octobre (figure 8.21). Toutefois de 1980 à 1982, ce schéma n'a plus été observé nettement pour des raisons mal identifiées (développement des pêcheries de listao ?). Sur le plan des zones de pêche, on note que les captures de petits patudos et albacores sont observées principalement dans la zone côtière de l'Atlantique intertropical est, entre la presqu'île du Cap Vert et le Congo.

Dans certaines zones, on note systématiquement des captures importantes de juvéniles (cap Lopez, cap des Trois pointes), alors que dans d'autres zones ces captures sont très variables d'une année à l'autre (figure 8.22). Ces strates sont en général celles où l' on observe de fortes prises de listao (du fait de la fréquente association des trois espèces dans des bancs mixtes, chapitre 6.1.9), et aussi celles qui, en moyenne, produisent les prises les plus importantes . Dans un deuxième temps la pêcherie est simulée pendant 8 ans sans fermeture de strates, puis avec fermeture. Les prises et les rendements simulés par espèce de chaque engin sont ensuite comparés dans les deux hypothèses.

Les résultats détaillés de ces simulations sont donnés dans Cayré et Fonteneau (1984). Nous retiendrons à ce stade les trois principales conclusions de ces auteurs :

(1) les pertes en listao occasionnées par les différentes hypothèses de règlementation sont dans les meilleurs des cas tout juste compensées par les gains en albacore et patudo ;

(2) les gains obtenus sur l'albacore ne dépassent jamais, quand il y en a, 6000 t ;

(3) les quantités de thon obèse capturées ne sont affectées significativement par aucun des projets de règlementaton testés.

Ces perspectives peu encourageantes semblent dues à divers facteurs :

(1) les strates dont on envisageait la fermeture du fait des fortes captures de jeunes albacores et patudos, sont aussi celles où on capture

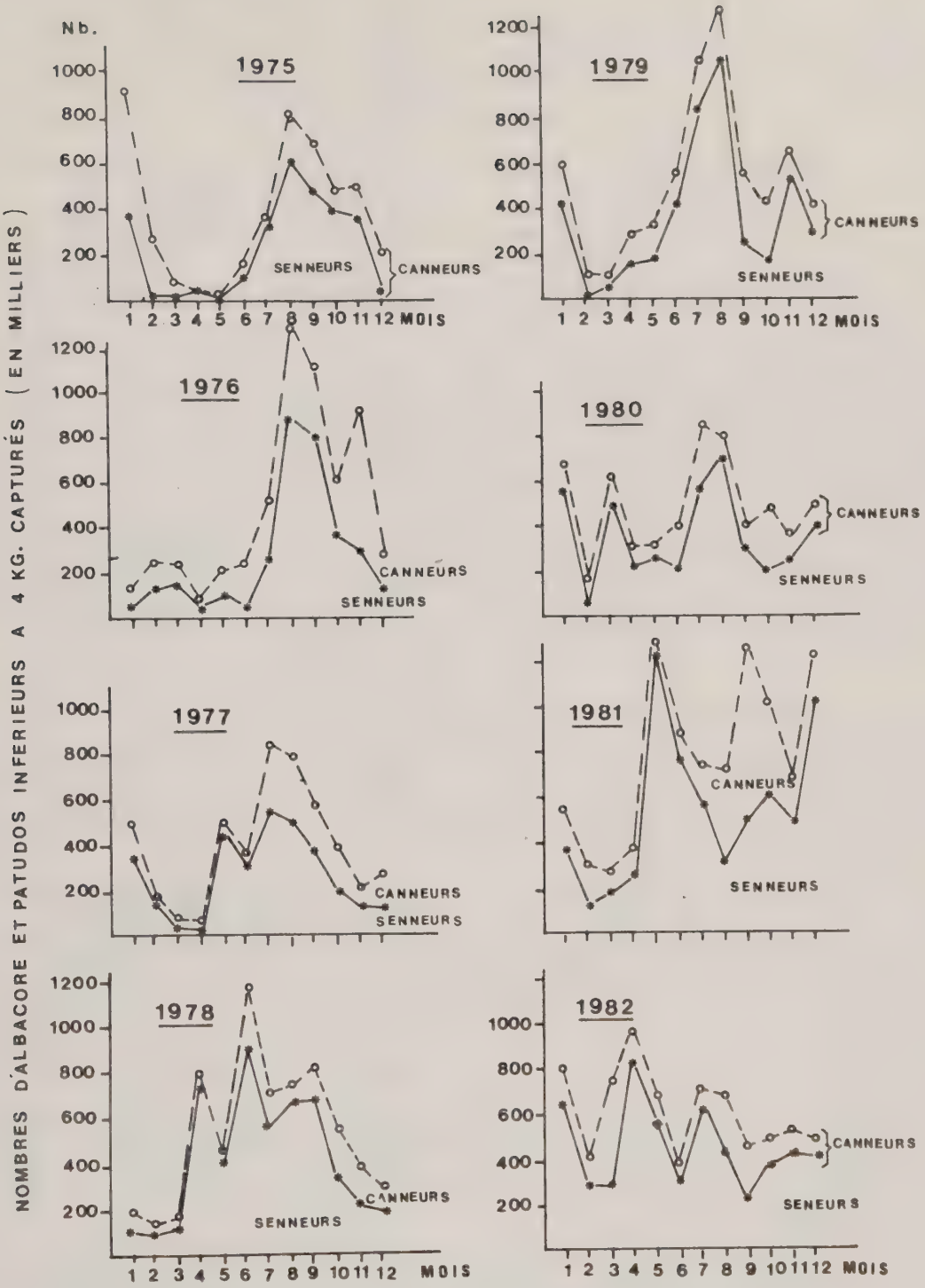


Figure 8.21 Nombre (milliers) d'albacores et de patudos d'un poids inférieur à 4 kg capturés par mois par les canneurs et les senneurs de 1975 à 1982.

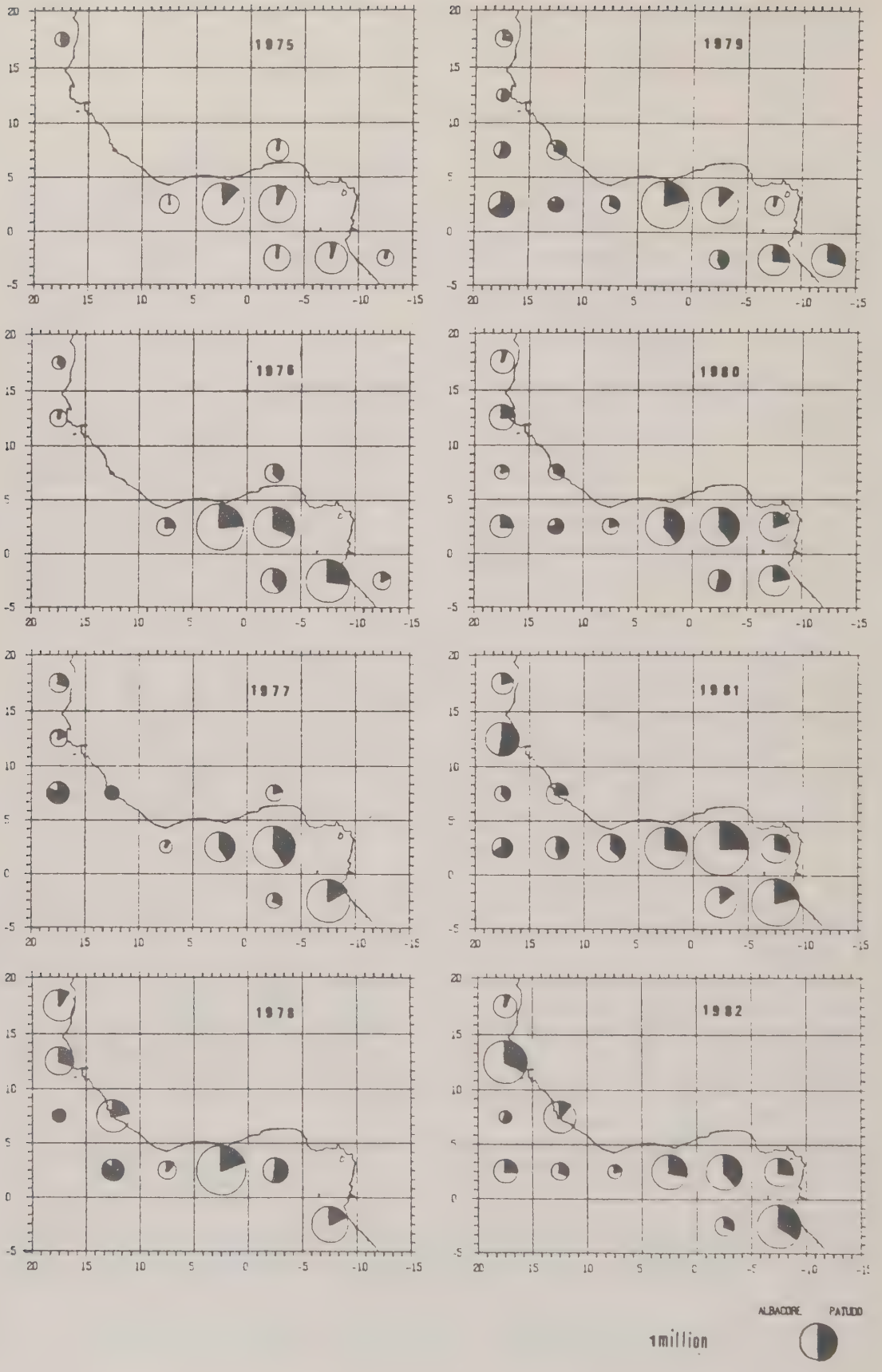


Figure 8.22 Nombre d'albacores et de patudos d'un poids inférieur à 4 kg capturés annuellement de 1975 à 1982 par carré de 5 degrés.

beaucoup d'albacores de grande taille. La perte de ces vieux individus n'est pas récupérable en terme de production par recrue.

(2) le schéma régulier de concentration saisonnière et géographique des juvéniles qui était bien observé jusqu'en 1979, est actuellement peu net (figures 8.21 et 8.22), ce qui limite la réduction espérée de la mortalité par pêche sur les juvéniles.

8.2.5. Modélisation et état des stocks des autres espèces

8.2.5.1. Germon

Les senneurs opérant dans le golfe de Guinée capturent occasionnellement du germon, Thunnus alalunga. Bard (1985) fait un bilan résumé des zones de capture de cette espèce par les senneurs (figure 8.23). Il s'agit de prises réalisées sur la frange nord du stock de germon de l'Atlantique sud. Ce stock n'est exploité significativement que par des palangriers, principalement de Taïwan (figure 8.23), contrairement au stock de germon de l'Atlantique Nord qui est activement exploité à des jeunes âges par des pêcheries de surface actives. Les analyses de l'état de ce stock présentées à l'ICCAT, indiquent que ce stock, après avoir été exploité au niveau de la PME de 1970 à 1982, ne serait plus depuis 1983 exploité qu'à un niveau d'effort modéré, inférieur à l'effort qui correspond à la PME. Toutes ces conclusions sont sujettes à caution du fait qu'elles reposent sur des statistiques assez médiocres et qu'elles proviennent uniquement de l'exploitation d'adultes par des palangriers, ce qui ne traduit pas nécessairement les véritables potentialités du stock.

8.2.5.2. Petits thonidés mineurs

Aucune analyse de l'état des stocks de petits thonidés n'a été réalisée dans le golfe de Guinée. Cette carence tient à de multiples facteurs :

- carence des statistiques de prises et de rejets,
- absence de mesure de l'effort de pêche exercé sur les thonidés mineurs
- méconnaissance presque totale de la structure des stocks.

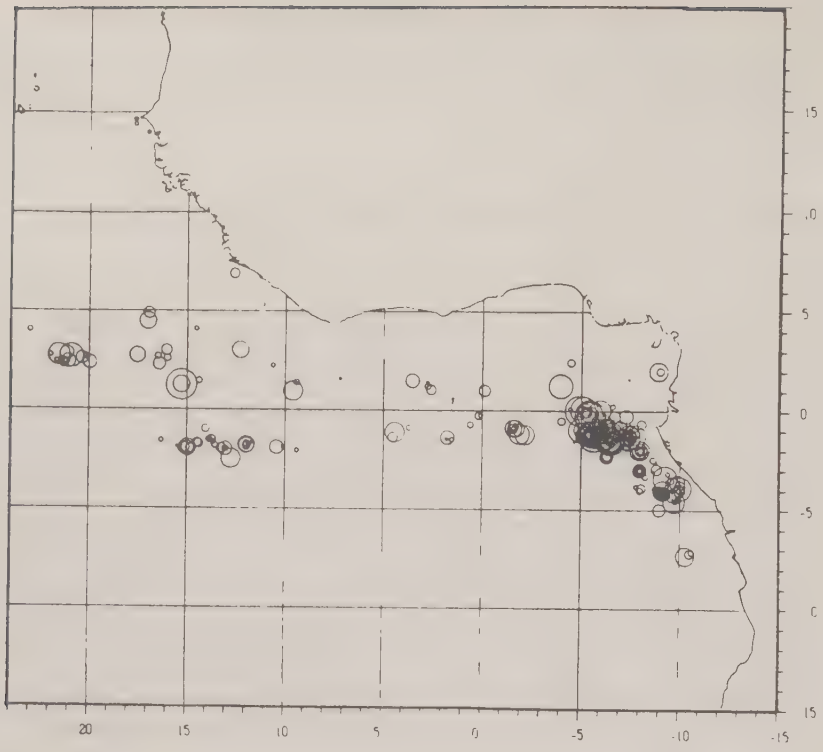
Seules des solutions apportées à ces problèmes permettront d'aborder les évaluations de l'état de ces stocks et de leurs potentiels d'exploitation; certains sont encore probablement sous exploités du fait de la faible demande commerciale les concernant.

8.2.5.3. Poissons porte épée

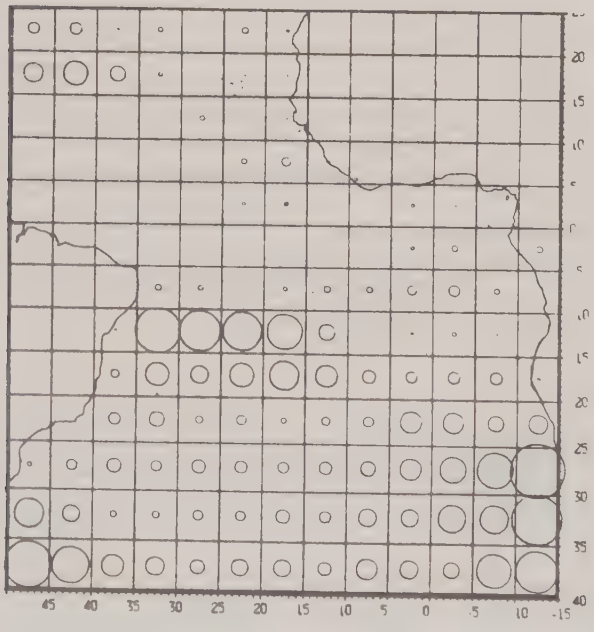
Les poissons porte épée constituent un groupe d'espèces pélagiques hauturières écologiquement assimilées aux thonidés et qui sont de ce fait du ressort de l'ICCAT. L'analyse de l'état des stocks de ces espèces est spécialement difficile, surtout quand on considère les études à un niveau régional.

Ces difficultés tiennent à de multiples causes :

- ces espèces ne sont le plus souvent que des espèces accessoires des pêcheries : elles sont parfois même rejetées, par exemple par les senneurs. Les statistiques de captures sont en général médiocres pour ces espèces : les seules bonnes statistiques disponibles dans la zone sont celles des palangriers japonais. Enfin les échantillonnages de fréquences de taille sont très incomplets pour la plupart des pêcheries de la région.
- Les paramètres biologiques sont très mal connus,
- L'identité des stocks est aussi très mal connue, spécialement dans l'Atlantique Est où aucun marquage significatif de ces espèces n'a encore été réalisé.



(a) - PRISES SENNEURS



(b) - EFFORTS PALANGRIERS TAIWAN

Figure 8.23 Zones de pêche de germon par les flottilles de senneurs FIS et espagnols de 1979 à 1983 et zones de pêche des palangriers de Taïwan (période 1978 - 1982) dont l'espèce cible est le germon (adulte).

En dépit de ces difficultés, il est intéressant d'analyser la distribution géographique et la tendance des rendements des palangriers japonais dans le secteur.

Les zones de pêche des palangriers japonais sur ces différentes espèces sont montrées par des cartes de prises par unité d'effort pour deux périodes caractéristiques de la pêcherie japonaise :
- période historique : 1958 à 1969
- période actuelle : 1970 à 1983

Sont ainsi représentés afin de mettre en évidence les zones de concentration de ces espèces dans la région:
- les pue des voiliers Istiophorus albicans (figure 8.24)
- les pue des makaires blancs Tetrapturus albidus (figure 8.25)
- les pue des makaires bleus Makaira nigricans (figure 8.26)
- les pue des espadons Xiphias gladius (figure 8.27)

On aussi été calculées dans la zone 25° nord à 20° sud, de l'Afrique jusqu'à 30° ouest, les pue annuelles des palangriers japonais (nombre de poissons capturés par espèce, divisé par le nombre d'hameçons posés) dans la zone de l'étude. Ces indices ne représentent pas a priori l'abondance des espèces, du fait que l'effort n'est pas pondéré par les densités spécifiques dans les strates où il s'exerce; ils présentent toutefois un certain intérêt et sont donc représentés à la figure 8.28.

On constate qu'après la période initiale de développement des pêcheries pendant laquelle les pue spécifiques fluctuent sans tendance nette, les tendances des pue peuvent être classifiées en deux types :

(1) celle des makaires (bleus et blancs) et celle des voiliers, qui manifestent une très forte décroissance relative entre les périodes 1961-1965 et 1980-1982. Cette décroissance est probablement largement liée aux changements de zones de pêche entre la période historique et la période actuelle. Par exemple les pue brutes de voilier et de makaire sont de toute évidence fortement diminuées par suite du changement des zones de pêche, et du passage de la zone équatoriale (où les densités de ces espèces sont les plus fortes) vers la zone tropicale.

Les modèles globaux qui utiliseraient ces pue au niveau de l'Atlantique amèneraient à la conclusion que ces stocks sont très surexploités et que leur biomasse est extrmement réduite par suite de l'effet des pêcheries. Bien qu'aucune analyse ne soit possible au niveau de l'Atlantique tropical est, cette conclusion obtenue au niveau de l'Atlantique, serait probablement aussi obtenue pour la zone étudiée.

Par ailleurs il est très possible que la pue palangrière représente d'une manière biaisée la tendance des stocks de ces espèces, comme cela est clairement le cas pour l'albacore durant la période initiale et pour les espadons (voir ci-après). On notera par exemple la contradiction qui existe entre les très basses pue de voilier par les palangriers, et les excellentes et stables pue des pêcheries artisanales (Sénégal, Ghana) et sportives (Sénégal). On notera sur ce point que pendant la période récente (1980-1983), les palangriers japonais n'ont capturé dans la zone d'étude en moyenne que 1600 voiliers par an en posant en moyenne 16.7 millions d'hameçons. Durant la même période (1981 à 1983), la petite pêcherie sénégalaise (pirogues et pêche sportive) exploitant une très petite frange côtière de quelques dizaines de milles, capturait en moyenne annuelle 18100 voiliers (soit 11.3 fois plus !). (Rapport annuel du Sénégal, CICTA, 1986). Sans qu'on puisse rien dire de l'état de ce stock, il semble probable que la baisse de la pue palangrière surestime très largement la baisse de l'abondance du stock. En particulier il serait hautement invraisemblable de penser que durant la période 1961-1970 la biomasse de voilier aurait été au Sénégal 5 fois supérieure à la biomasse actuelle comme le suggèrent les pue palangrières japonaises brutes dans le secteur 10°-25° nord à 30° ouest.

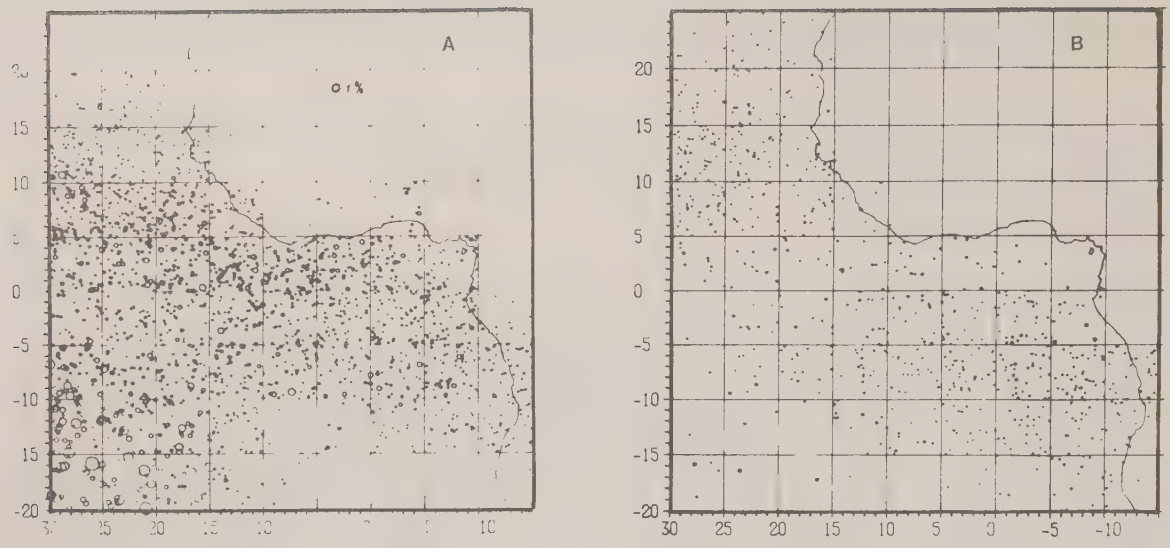


Figure 8.24 Prises par unité d'effort des palangriers japonais en voiliers-spearfishes durant deux périodes 1958 à 1969 (a) et 1970 à 1982 (b) (mensuelles par 5°). Il s'agit d'une cartographie "aléatoire" où sont dessinés à des latitudes et longitudes aléatoires, dans chaque carré de 5°, les pue mensuelles observées dans le carré.

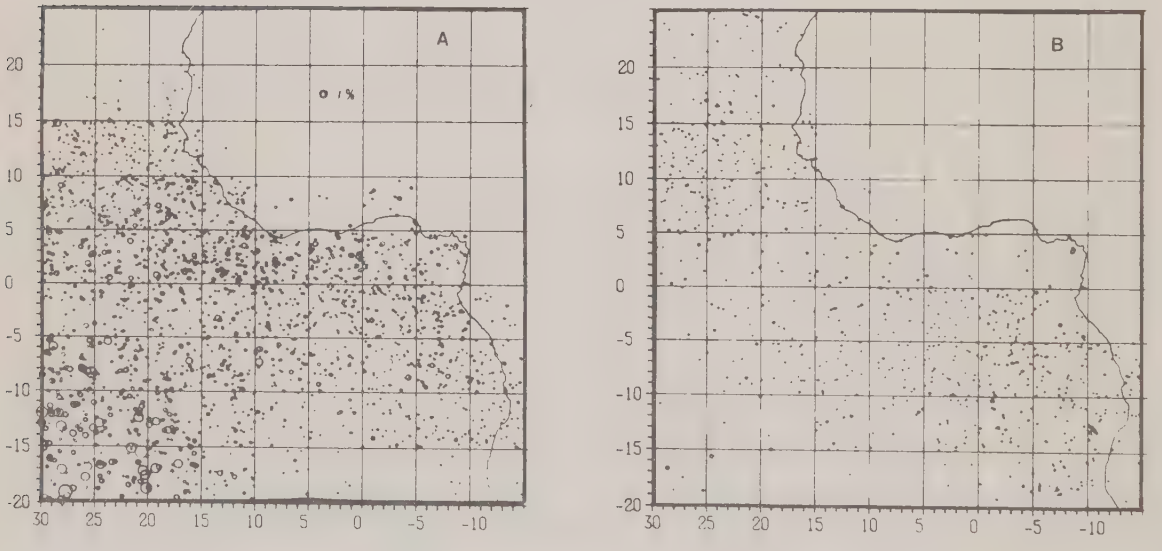


Figure 8.25 Prises par unité d'effort des palangriers japonais en makaire bleu, durant deux périodes 1958 à 1969 (a) et 1970 à 1982 (b) (mensuelles par 5°; cartographie aléatoire, idem figure 8.24.).

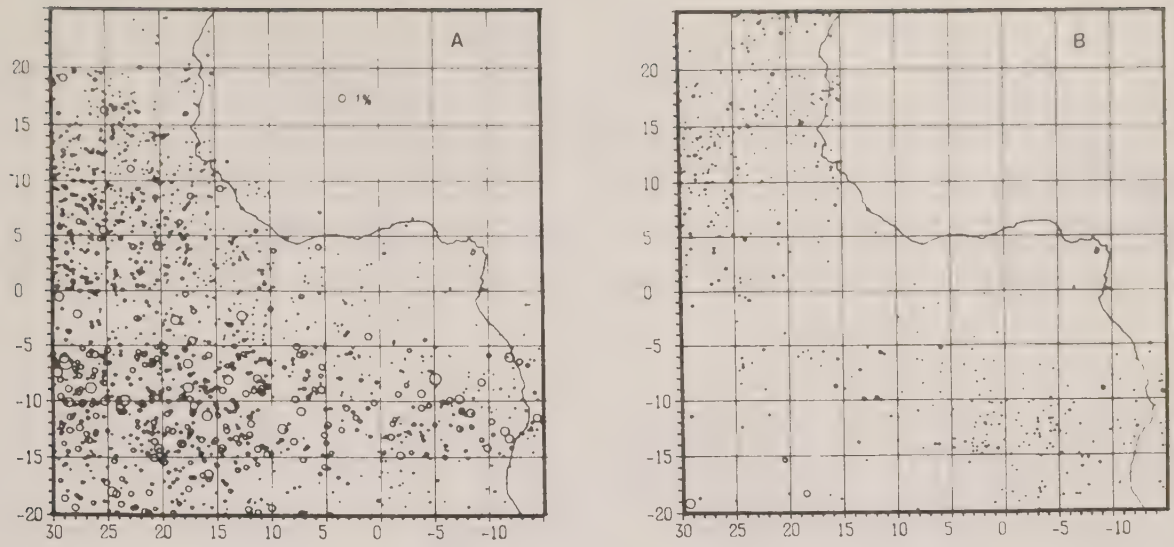


Figure 8.26 Prises par unité d'effort des palangriers japonais en makaire blanc, durant deux périodes 1958 à 1969 (a) et 1970 à 1982 (b) (mensuelles par 5°; cartographie aléatoire, idem figure 8.24.).

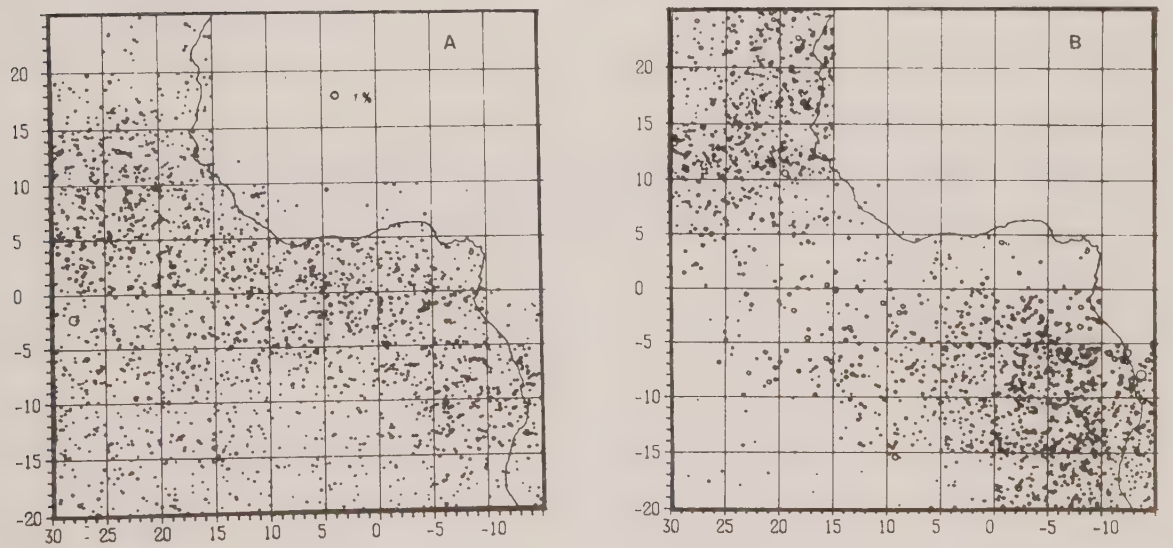


Figure 8.27 Prises par unité d'effort des palangriers japonais en espadon, durant deux périodes 1958 à 1969 (a) et 1970 à 1982 (b) (mensuelles par 5°; cartographie aléatoire, idem figure 8.24.).

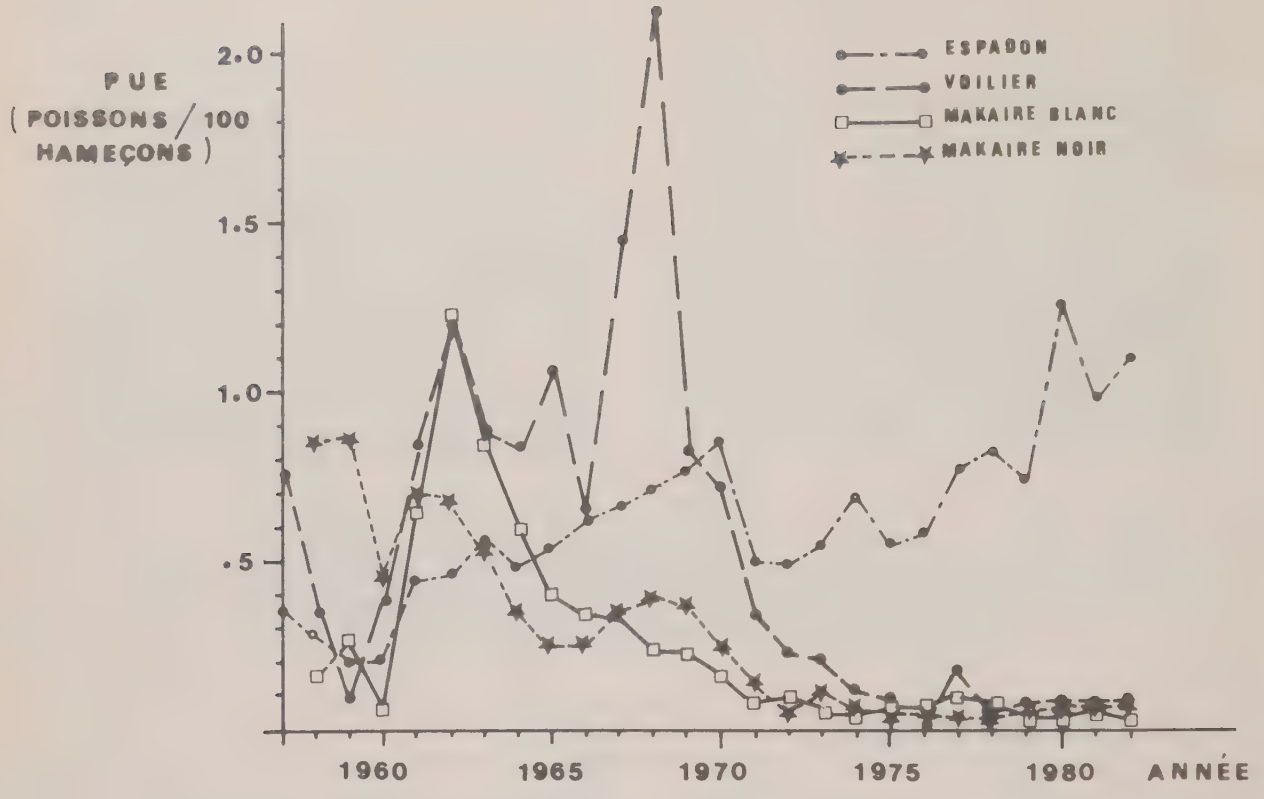


Figure 8.28 Prises par unité d'effort annuelle (prises en nombre/cent hameçons des diverses espèces de poissons porte épée par les palangriers japonais dans la zone du golfe de Guinée.

(2) La pue brute des espadons dans le secteur est au contraire en hausse forte et régulière depuis 1957, début de la pêcherie, et en particulier depuis 1980. Les causes de l'amélioration régulière de cette pue ne sont pas claires, mais résultent de toute évidence, d'un accroissement de la capturabilité de l'espèce dans le secteur, et non pas d'un accroissement de la biomasse de la ressource.

Il demeure impossible, du fait de la mauvaise relation pue à la palangre et abondance, d'estimer l'état des stocks de ces diverses espèces, tant au niveau de l'Atlantique, quà un niveau régional.

8.3. CONCLUSIONS

Les analyses de l'état des stocks de thon réalisées dans l'Atlantique Est ont accompli des progrès déterminants depuis une vingtaine d'années, progrès dus à la fois au développement des pêcheries et à celui des statistiques de pêche et des recherches. De nombreux problèmes demeurent mal résolus et viennent sérieusement limiter la portée de certaines conclusions : le caractère migrateur des thonidés pose encore de multiples problèmes tant au niveau de l'évaluation de l'état des stocks, qu'à celui de leur aménagement. L'influence de l'environnement sur les stocks, tant au niveau des variations du recrutement qu'à celui de la capturabilité des espèces, a jusqu'à présent été négligée, alors qu'elle semble très significative. De nombreux paramètres biologiques de base, en particulier la mortalité naturelle en fonction de l'âge, demeurent mal connus ou très hypothétiques. Il est donc indispensable d'approfondir les recherches en cours sur les thonidés de la région, tout en considérant que les résultats actuels des évaluations de stocks ne sont que des conclusions provisoires susceptibles d'ê4tre remises en cause par les recherches futures et par l'évolution des pêcheries.

9. CONCLUSION

Ce document technique avait pour objectif de faire la synthèse des informations disponibles sur les thonidés de l'Atlantique centre est, leur biologie et leur exploitation.

Un tel bilan est toujours difficile à réaliser du fait de la diversité des espèces exploitées, de la complexité des pêcheries en activité et de la variété des recherches réalisées, depuis plus de 30 ans, par des équipes scientifiques de nombreux pays.

Ce document devrait cependant permettre aux non spécialistes de mieux appréhender les connaissances essentielles acquises sur les espèces et les pêcheries de la zone et aux spécialistes des thonidés, de trouver réunies en un seul ouvrage une masse importante d'informations dans les domaines de la biologie et de l'exploitation des thons.

Peu de zones au monde ont fait l'objet d'études aussi complètes que celles réalisées dans le secteur étudié, cependant, de nombreuses lacunes et incertitudes demeurent concernant certaines espèces et pêcheries et la réaction de certains stocks á leur exploitation par l'homme.

Ce travail de synthèse devrait aider à mieux préciser les domaines de recherche à développer en coordination avec l'ICCAT. En assurant une meilleure diffusion des résultats acquis dans la région auprès de la communauté scientifique internationale, il devrait, en outre, faciliter l'indispensable coordination, à un niveau mondial, des recherches thonières.

LITERATURE CITEE

Acolas, R., 1950 Note sur la pêche à la baleine à Madagascar et au Gabon. Congrès des pêches et des pêcheries dans l'union française d'outre-mer. Institut colonial de Marseille 11-14 octobre 1950. Marseille, Institut Colonial de Marseille, pp.210-6

Albaret, J.J., 1976 Maturité sexuelle, fécondité et sex ration de l'albacore (Thunnus albacares) (Bonnaterre) du golfe de Guinée; résultats préliminaires. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):86-93

_____, 1977 La reproduction de l'albacore (Thunnus albacare) dans le Golfe de Guinée. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 15(4):389-419

Albaret, J.J., et F.X. Bard, 1984 Cartographie des mélanges d'espèces de thons de moins de 3 kg et de moins de 10 kg dans le Golfe de Guinée. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21 (2):115-22

Albaret, J.J., A. Caverivière et E. Suisse de Sainte-Claire, 1976 Périodes et zones de pontes de l'albacore de l'Atlantique d'après les études de rapport gonado-somatique et des larves. Résultats préliminaires. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):94-100

Aldrin, J.F., O. Nayer, et D. Bregeat 1972 Poissons de mer à Abidjan. Doc.Dir.Pêche Marit.Lagun.,Abidjan, (53)

Alekseeva, E.I., 1976 Maturation and spawning of the tropical Atlantic bigeye tuna, Thunnus obesus (Lowe). Tr.Atl.Nauchno.Issled.Inst.Rybn.Khoz.Okeanogr.,60:85-92

Alekseev, F.E., et E.I., Alekseeva, 1980 Some problems of reproductive biology of oceanic and neretic tunas of the Tropical Atlantic. Collect.Vol.Sci.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA.Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(3):695-703

Alverson, F.G., 1963 The food of yellowfin and skipjack tunas in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT, 7(5):295-396

Amon Kothias, J.B., 1986 Analyse des débarquements des thonidés mineurs et poissons porte-épée en Côte-d'Ivoire en 1984-85. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:262-4

Amon Kothias, J.B. et F.X., Bard, 1984 Cartographie des malangres d'espèces de thons de moins de 3 kg et de moins de 10 kg dans le golfe de Guinée, Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):115-122

Ankenbrandt, L., 1985 The occurrence of young skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) in the diet of adult skipjack from the Southwestern Atlantic Ocean. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T.Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 299-300

Antoine, L., P. Cayre, et J. Mendoza, Etude de la croissance du listao
1982 (Katsuwonus pelamis) de l'Atlantique au moyen des rayons de la nageoire dorsale. Mise au point d'une méthodologie, résultats préliminaires. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):195-208

Antoine, L., P. Cayre, et J. Mendoza, Progress of size and growth
1983 assessment of Atlantic skipjack, (Euthynnus pelamis) from dorsal fin spines. NOAA Tech.Rep.MNFS, (8):91-7

Antoine, L., et J. Mendoza, L'utilisation du rayon de la nageoire dorsale
1986 pour l'étude de la croissance et l'écologie du listao. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp.317-24

Arnault, S., Variation saisonnière de la topographie dynamique et de la
1984 circulation superficielle de l'océan Atlantique tropical, Thèse de 3ème cycle. Université Pierre et Marie Curie, Paris

Bages, et A. Fonteneau, Prises de la flottille thonière franco-ivoiro-
1980 sénégalaise et température de surface en 1977. Collect.Vol.Sci. Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 7(1):180-98

Bane, G.W., Jr. The biology of the yellowfin tuna (Thunnus albacares)
1963 (Bonnaterre) in the Gulf of Guinea. Thesis. Cornell University, Ithaca, New York, 444 p.

Bane, G.W., Parasites of the yellowfin tuna (Thunnus albacares) in the
1969 Atlantic Ocean (Pisces: Scombridae). J.Biol., 27(1):163-75

Bard, F.X., Etude de la composition spécifique des bancs de thonidés
1980 tropicaux pêchés par la flottille FISM en 1978-79. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 13:220-31

_____, Résultats des campagnes de marquages effectuées de 1980 à 1982.
1984 Pêche Marit.,(1275):319-24

_____, Croissance de l'albacore (Thunnus albacares) Atlantique d'après
1984a les données des marquages. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc. Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(1):104-16

_____, Aspect de la croissance de l'albacore est Atlantique (Thunnus
1984b albacares) à partir des marquages. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):108-14

_____, Analyse des taux de décroissance numériques des listaos
1986 marqués en Atlantique est. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp.348-62

Bard, F.X., et J.B. Amon Kothias, Classification des bancs de thons du
1984 Golfe de Guinée d'après les échantillonnages multispécifiques 1980-84. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 21(2):115-22

Bard, F.X., et J.B. Amon Kothias, Evaluation des débarquements de thonidés
1985 mineurs et istiophoridés au port d'Abidjan, 1981-84. Collect. Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 22(2)333-6

Bard, F.X., et J.B. Amon Kothias, Résultats des campagnes de marquages de
1986 thonidés tropicaux menées par la Côte-d'Ivoire 1983-84. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 25:30-6

_____, Données sur les germons (Thunnus alalunga) pêchés à la senne
1986a dans l'Atlantique tropical est. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl. Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:158-64

Bard, F.X., et L. Antoine, Croissance du listoa dans l'Atlantique est.
1986 En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp.301-8

Bard, F.X., et P. Cayré, Commentaires sur les migrations de l'albacore
1986 (Thunnus albacares) en Atlantique est. Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:11-29

Bard, F.X., S. Kume et L. Antoine, Données préliminaires sur la
1983 croissance, les migrations et la mortalité du listao (Katsuwonus pelamis) en Atlantique est, obtenues à partir du marquage. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 18:271-94

Bard, F.X. et J.M. Stretta, Résumé des connaissances actuelles sur la
1981 biologie et la pêche des thons tropicaux en Atlantique. Arch.Sci.Cent.Rech.Océanogr., Abidjan ORSTOM, 7(2):1-37

Bard, F.X., J.M. Stretta, et M. Slepoukha, Les épaves artificielles comme
1985 auxiliaires de la pêche thonière en océan Atlantique: quel avenir? Pêche Marit.,(1291):655-9

Bard, F.X., et P. Vendeville, Note sur l'échantillonnage plurispécifique
1986 des thons tropicaux au port d'Abidjan. Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:37-45

Barkley, R.A., W.H. Neill et R.M. Gooding, Skipjack tuna, (Katsuwonus
1978 pelamis) habitat based on temperature and oxygen requirements. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 76:653-62

Barrett, R.A., et F.I. Hester, Body temperature of yellowfin and skipjack
1964 tunas in relation to sea surface temperature. Nature,Lond., 203:96-7

Batts, B.S., Sexual maturity, fecundity and sex-ratios of the skipjack
1972 tuna, (Katsuwonus pelamis) (Linnaeus) in North Carolina waters. Trans.Am.Fish.Soc., 101(4):626-37

_____, Age and growth of the skipjack tuna (Katsuwonus pelamis)
1972a (Linnaeus), in North Carolina waters. Chesapeake Sci., 13(4):237-44

Baudin-Laurencin, F., Crustacés et helminthes parasites de l'albacore
1971 (Thunnus albacares) du Golfe de Guinée. Note préliminaire. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr,,Abidjan ORSTOM, 2(1-2):11-30

Baudin-Laurencin, F., Oncophora albacarensis n. sp.(Nematode, Camallanidae) parasite du thon albacore, (Thunnus albacares). Bull.Mus.Natl.Hist.Nat., Paris(3ème Sér.)(Zool.), 96(75):1329-32
1972

Baudin-Laurencin, F., Mise en évidence chez l'albacore de l'Atlantique Oriental (Thunnus albacares) de regroupements spatiotemporels à partir des chiffres d'infestations parasitaires. Collect.Vol. Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 2:49-56
1974

Baudin-Laurencin, F., et J.P. Rebert, La pêche thonière à Abidjan de 1966 à 1969. Doc.Sci.Cent.Rec.Oceanogr.Abidjan,ORSTOM, 1(1):37-61
1970

Bayliff, W.F., Migrations of yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean as determined from tagging experiments initiated during 1968-74. Bull.IATTC/Bol.CIAT,(17):447-506
1979

Beardsley, G.L., Jr. Distribution and apparent relative abundance of yellowfin tuna (Thunnus albacares) in the Eastern Tropical Atlantic in relations to oceanographic features. Bull.Mar.Sci., 19(1):48-56
1969

Beebe, W., Food of the Bermuda and West Indian tunas of the genera Parathunnus and Neothunnus. Zoologica, N.Y., 21:195-205
1936

Belloc, C., Les thons de la Méditerrannée. Première note: Germon, pélamide et melva. CGPM Débats Doc.Tech./GFCM Proc.Tech.Pap.,2:283-318
1954

Berg, L.S., et al., Promyslovye ruby SSSR (Commercial fishes of the USSR) Moscow, Pishche' promizdat, 787 p. (en Russe)
1949

Bergerard, P., et M.O. Cheikh, Estimation des captures totales dans la ZEE mauritanienne en 1980. Bull.Cent.Natl.Rech.Océanogr.Pêches, Nouadhibou, 9(1):19-24
1981

Berrit, G.R., Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Deuxième partie: étude régionale. Cah.Océanogr., 14(9):633-43.
1962

_____, Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Troisième partie:étude régionale (suite et fin). Cah.Océanogr., 14(10):719-29
1962a

Bertalanffy, L. von, A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Hum.Biol., 10(2):181-213
1938

Bertun, L. et C. Arambourg, Systématique des poissons. En Traite de zoologie édité par P. Grassé. Paris, Masson et Cie, vol.13(1): 1966-83
1958

Beverton, R.J.H., et S.J. Holt, A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp.P.-V.Réun. CIEM, 140:67-83
1956

Bhattacharya, C.G., A simple method of resolution of a distribution into gausian components. Biometrics, 23(1):115-35
1967

Binet, D., Biovolumes et poids secs zooplanctoniques en relation avec le milieu pélagique au-dessus du plateau ivoirien. Cah.ORSTOM, (Sér.Océanogr.),14(4):301-26
1976

Bini, G., 1952 Osservazioni sulla fauna marina delle coste del Cile e del Perù con speciale riguardo alle specie ittiche in generale ed i tonni in particolare. Bull.Pesca Piscic.Idrobiol., 7(1):11-60

Blache, J., J. Cadenat, et A. Stauch, 1970 Clé de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental (entre le 20e parallèle et le 15e parallèle sud). Faune Trop. ORSTOM,Paris,(18):479 p.

Blackburn, M., 1965 Oceanography and the ecology of tunas. Oceanogr.Mar.Biol., 3:299-322

_____, 1968 Micronekton of the Eastern Tropical Pacific Ocean: family composition, distribution, abundance and relations to tuna. Fish.Bull.U.S.Fish.Wildl.Serv., 67(1):71-115

_____, 1969 Outlook for tuna oceanography. Bul.Jap.Soc.Fish.Oceanogr., Special number (Prof.Uda's Commemorative Papers):221-5

_____, 1969a Conditions related to upwelling which determine distribution of tropical tunas off Western Baja California. Fish.Bull.U.S.Fish. Wildl.Serv.,68(1):147-76

Blackburn, M., et M. Laurs, 1972 Distribution of skipjack tuna (Euthynnus pelamis) in the Eastern Tropical Pacific. NOAA Tech.Rep.NMFS (Spec.Sci.Rep.-Fish.Ser.), (649):16 p.

Borodulina, O.D., 1982 Food composition of yellowfin tuna Thunnus albacares (Scombridae). J.Ichthyol., 21(6):38-46

Bour, W., 1976 Croissance du listao (Katsuwonus pelamis) est Atlantique tropical. Note préliminaire. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl. Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):142-8

Bouxin, J., et R. Legendre, 1936 La faune pélagique de l'Atlantique au large du golfe de Gascogne, recueillie dans les estomacs de germons. Deuxième partie: Céphalopodes. Ann.Inst.Océanogr.Monaco, 16:1-102

Brandhorst, W., 1958 Thermocline topography, zooplankton, standing crop, and mechanisms of fertilization in the eastern Tropical Pacific. J.Cons.CIEM,24(2):16-31

Brill, R.W., 1978 Effects on speeds of muscle contraction and stasis metabolic rate. En The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp.277-83

_____, 1979 The effects of body size on the standard metabolic rate of skipjack tuna, Katsuwonus pelamis. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 77(4): 494-498

Brill, R.W., D.L. Guernsey et E.D. Stevens, 1978 Body surface and gill heat loss rates in restrained skipjack tuna. En The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp.261-76

Broadhead, G.C. et I. Barret, 1964 Some factors affecting the distribution and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT,8(8):419-73

Bruhlet, J., et J. Maigret, 1973 Résultats préliminaires de la campagne de chalutage expérimental (janvier-juin). Bull.Lab.Pêches, Nouadhibou, (2):37-112

Bullis, H.R., Jr, Observations on schooling juvenile tuna (Euthynnus
1955 allatteratus) in the Gulf of Mexico. Copeia, 1955:153

_____, Phalanx orientation in feeding behavior of the little tuna
1967 (Euthynnus alletteratus) Trans.Am.Fish.Soc., 96:122-5

Busalacchi, A.J. and J. Picaut, Seasonal variability from model of
1983 tropical Atlantic ocean. J.Phys.Oceqnogr., 13(9):1564-88

Bussieras, J., Les monogènes Capsalinae parasites des thons de
1972 l'Atlantique tropical oriental. Ann.Parasit.Hum.Comp., 47(1):29-49

Bussieras, J., et J.F. Aldrin, Une tetrarhynchose vasculaire des thons du
1965 golfe de Guinée, dûe aux larves perocercus et dasyrhynchus talismani (R.Ph. Dollfus, 1935). Rev.Élév.Méd.Vét.Pays Trop., 18(2):137-43

Bussieras, J., et J.F. Aldrin, Caballerocotyla klawei (stunkard, 1962),
1967 monogène parasite des sacs nasaux du thon albacore de l'océan atlantique . Rev.Élév.Méd.Vét.Pays Trop., 20(1):105-8

Bussieras, J., et F. Baudin-Laurencin, Caballerocotyla abidjani M. sp.
1970 (monogena, capsalidae) parasite des opercules du thon albacore, (Thunnus albacares). Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 8(3):47-51

_____, Les helminthes parasites des thons tropicaux.
1973 Rev.Élév.Méd.Vét.Pays Trop., 26(4):13a-19a

Cadenat, J., Poissons de mer du Sénégal. Init.Afr.Inst.Fr.Afr.Noire,
1950 (3):345 p.

Calkins, T.P., Synopsis of biological data on the bigeye tuna, (Thunnus
1980 obesus) (Love, 1839), in the Pacific Ocean. Spec.Rep.I-ATTC, (2):213-60

Cane, M., Modeling sea level during El Niño. J.Phys.Oceanogr., 14(12):
1984 1864-74

Carey, F.G., et R.J. Olson, Sonic tracking experiments with tunas.
1982 Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA,17(2):458-66

Carey, F.G., et B.H. Robinson, Daily patterns in the activities of
1981 swardfish, Xiphias gladius, observed by acoustic telemetry. Fish.Bull.,NOAA7NMFS, 79(2):277-292

Carey, F.G., et J.M. Teal, Heat conservation in tuna fish muscle.
1966 Proc.Natl.Acad.Sci.Wash.,56(5):1464-9

Carey, F.G., et al., Warm bodied fish. Am.Zool., 11:137-45
1971

Carles-Martin, C.A., Edad y crecimiento del bonite (Katsuwonus pelamis) y
1975 la albacore (Thunnus atlanticus) en la parte occidental de Cuba. Rev.Invest.Pesq.Cuba, 1(3):203-54

Carvalho, D., et al., Tunafisheries and research in Madeira. Collect.Vol.
1983 Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 28(2):725-46

Cassie, R.M., Some uses of probability paper in the analysis of size
1954 frequency distributions. Aust.J.Mar.Freshwat.Res., 5(3):513-22

Caverivière, A., 1975 Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (Thunnus albacares) dans l'Atlantique. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.), 14(3):201-8

Caverivière, A., F. Conand, et E. Suisse de Sainte-Claire, 1976 Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Etude des données de 1963 à 1974. Doc.Sci.Cent.Rech. Océanogr.Abidjan,ORSTOM.7(2):49-70

Caverivière, A., et E. Suisse de Sainte Claire, 1980 Recherches des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental campagnes effectuées en 1976-77 par le N/O Capricorne. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr. Abidjan,ORSTOM, 11(1)37-72

Cayré, P., 1979 Détermination de l'âge de listaos (Katsuwonus pelamis) débarqués à Dakar. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 8(1):196-200

_____, 1981 Maturité sexuelle, fécondité et sex-ratio du listao (Katsuwonus pelamis) des côtes d'Afrique de l'ouest (20ºN-0ºN), étudiés à partir des débarquements thoniers (1977 à 1979) au port de Dakar. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 15(1):135-149

_____, 1982 Qu'est-ce qu'un listao (Katsuwonus pelamis)? Quelques réflexions à partir des observations faites lors des campagnes de marquage. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 18(2):467-70

_____, 1984 Biologie et comportement du listao. Pêche Marit.,(1274):274-82

_____, 1984a Procédure suivie pour la révision de la composition spécifique des statistiques thonières FISM. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl. Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):102-7

_____, 1985 Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique du listao (Katsuwonus pelamis, Linnaeus 1758) de l'océan Atlantique. Thèse de doctorat Université Paris 6. Tome 1:181 p.

Cayré, P., et T. Diouf, 1980 Croissance de la thonine (Euthynnus alletteratus) (Rafinesque, 1810) établie à partir de coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale. Doc.Sci.Cent.Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye,(75):18 p.

_____, 1983 Estimating age and growth of little tunny, Euthynnus alletteratus, off the coast of Senegal using dorsal fin spine sections. NOAA Tech.Rep.NMFS,(8):105-10

_____, 1984 Croissance du thon obèse (Thunnus obesus) de l'Atlantique d'après les résultats de marquage. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(1):180-7

_____, 1986 L'exploitation du Patudo (Thunnus obesus) dans l'Atlantique tropical nord-est de 1969 à 1985 et relation pêche-température de surface. Document nº SCRS/86/61, présenté à la réunion du SCRS de l'ICCAT (Madrid Nov. 1986) à paraître dans Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA.

Cayré, P., T., Diouf et A. Fonteneau. Elements de biologie effectuant la
1986 composition en taille des listaos (Katsuwonus pelamis) exploités dans l'Atlantique tropical oriental et leur effet sur l'analyse de la croissance de l'espèce par la méthode de Petersen. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid. ICCAT, pp.326-34

Cayré, P., et H. Farrugio, Biologie de la reproduction du listao
1986 (Katsuwonus pelamis) de l'océan Atlantique. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp..252-72

Cayré, P., et A. Fonteneau, Perspectives d'aménagement des pêcheries
1984 d'albacores et patudos juvéniles. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):64-79

Cayré, P. et F. Laloe, Review of the gonal index (GI) and in introduction
1986 to the concept of its "critical value: Application to the skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) in the Atlantic Ocean. Mar.Biol., 90(3):345-51

Cayré, P. et Y. Le Hir, La campagne thonière 1974 à Pointe-Noire.
1975 Doc.Cent.Rech.Océanogr.Pointe-Noire, (578):34 p.

Cayré, P., Y. Le Hir, et R. Pianet, Marquage et migrations des albacores
1974 dans la région de Pointe-Noire. Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire ORSTOM (Nouv.Ser.), (37)

Cayré, P., et C. Roy, Variabilité des rendements en albacore (Thunnus
1986 albacares) et listao (Katsuwonus pelamis) en relation avec les anomalies interannuelles de la température de surface. Collect. Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:67-76

Cayré, P., et al., Analyse des données de marquages et recaptures de
1986 listao réalisés par le Sénégal et le Cap Vert. En Proceeding of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT

Cayré, P., et al., Premières expériences de marquages acoustiques et de
1986a poursuite de thonidés en Polynésie Française. Pêche Doc. EVAAM (Etablissement pour la valorisation des Activités Aquacoles et Marines) Papeete, Tahiti, (11):45 p.

Chabanaud, P., Sur quelques Scombroïdes de la côte occidentale d'Afrique.
1927 BULL.SOC.ZOOL.FR.,(1927)

Chabanaud, P., et T. Monod, Les poissons de Port-Etienne. Bull.Comm.Inst.
1927 Sci.Afr.Occident.Fr.,(1927)

Champagnat, C., Les campagnes thonières de "pêche fraîche" à Dakar (1955-
1968 1967). Arch.Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye, (15):53 p.

_____, Structures de la population d'albacores de l'Atlantique tropical
1974 oriental. Arch.Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye, (9):20 p.

Champagnat, C., et F. Domain, Migration des poissons démersaux le long des
1979 côtes ouest africaines de 10 à 24Ω de latitude nord. En La production des espèces exploitées dans le Golfe de Guinée. Rapport du Groupe de travail ISRA-ORSTOM (Dakar, 7-12 novembre 1977). Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye,(68):78-110

Champagnat, C., et F. Lhomme, La pêche thonière à Dakar de 1966 à 1969.
1970 Doc.Sci.Prov.Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye, (27):24 p.

Champagnat, C., et R. Pianet, Croissance du patudo (Thunnus obesus) dans
1974 les régions de Dakar et Pointe Noire. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 2:141-4

Chen, S.C., et R.T. Yang, Parasites of yellowfin tuna in the waters
1973 southwest off Taïwan. Acta Oceanogr.Taïwan, (3):181-98

Chur, V.N., On the use of mean index of stomac filling in short-term
1973 forecasts of bigeye tuna (Thunnus obesus) catches. ICES, Pelagic Fish (Southern) Committee, C.M. 1973/J:14 (mimeo)

_____, On some biological characteristics of little tuna (Euthynnus
1973a alletteratus Rafinesque, 1810) in the eastern part of tropical Atlantic. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 1:489-500

_____, Biology and fishing of skipjack, little tunny frigate and bullet
1977 mackerels in the eastern Atlantic Ocean. Theses INBYUM, Sevastopol, 24 p.

Chur, V.N., V.B. Grudinin, et V.I. Zharov, Data on length-age composition
1980 and gonad maturity stages of skipjack (Katsuwonus pelamis) of the eastern tropical Atlantic. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(1):245-54

CICTA (Commission Internationale pour la Conservation des Thons de
1972 l'Atlantique), Rapport de la réunion du groupe de travail spécial sur l'évaluation des ressources d'albacore. Abidjan, 12-16 juin 1972, 62 p.

_____, Rapport du groupe de travail sur les thonidés tropicaux
1984 juvéniles (texte et appendices). Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(1):289 pp.

_____, Rapport de la période biennale 1984-1985, IIe partie (1985).
1986 Madrid, CICTA.

Citeau, J., B. Guillot, et R. Lae, Opération listao: reconnaissance de
1984 l'environnement physique en Atlantique intertropical à l'aide des satellites METEOSAT et GOES-E. Init.Doc.ORSTOM,Paris (Teledetect.10), (63):28 p.

Citeau, J., G.R., Berrit and I. Vercesi, The upwelling in the Guinea
1980 Gulf as observed by METEOSAT. In Proceeding of the Workshop applications of existing satellite data to the study of the ocean surface energies. Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press, pp. 233-7

Coan, A., Length, weight and age conversion tables for Atlantic tunas.
1976 Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):64-6

Cole, J.S., Synopsis of biological data on the yellowfin tuna, (Thunnus
1980 albacares) (Bonnaterre, 1788). Spec.Rep.I-ATTC,(2):71-150

Collette, B.B., Adaptations and systematics of the mackerels and tunas. En
1981 The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press,pp. 7-39

Collette, B.B. et L.N. Chao, Systematics and morphology of the Bonitos
1975 (Sarda) and their relatives (Scombridae, Sardini). Fish.Bull.NOAA/NMFS, 73(3):516-625

Collette, B.B. et R.H. Gibbs, Jr., A preliminary review of the fishes of
1963 the family Scombridae. FAO Fish.Rep.,(6)Vol.1:23-32

Collette, B.B. et C.E. Nauen, FAO species catalogue, vol.2. Scombrids of
1983 the world. An annoted and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish.Synop.,(125)Vol.2:137 p.

Collignon, J. et C. Roux, L'industrie baleinière au Gabon. In Congrés des
1950 pêches dans l'Union Française d'Outre-Mer. Institut Colonial de Marseille 11-14 octobre 1950. Marseille, Institut Colonial de Marseille, 2ème partie, pp.206-7

Conand, F., Distribution et abondance des larves de quelques familles et
1970 espèces de poissons des côtes sénégambiennes en 1968. Doc.Sci. Provis.Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye,ORSTOM,(26):52 p.

Costa, F.C. Da, Sobre a pesca do atum en Cabo Verde. Notas Mimeo.Cent.
1960 Biol.Piscat.Lisb.,(7):11 p.

_____, Algunas regras praticas para a pesca do atum com isco vivo.
1961 Notas Mimeo.Cent.Biol.Piscat.Lisb.,(18):16 p.

Costa, F.C. Da, et D.B. Gil, Ensaios da pesca de atum em angola com rede
1965 de cercar para bordo. Notas Mimeo.Cent.Biol.Piscat.Lisb.,(45): 23 p.

Cressey, R., et H.B. Cressey, Parasitic copepods of mackerel and tunalike
1980 fishes (Scombridae) of the world. Smithson.Contrib.Zool.,(311): 186 p.

Cromwell, T., Circulation in a meridional plane in the central
1953 equatorial Pacific. J.Mar.Res., 12:196-213

Dandonneau, Y., 1975. Relations phytoplancton-zooplancton dans l'Atlan-
1975 tique tropical oriental. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.),13(3):239-50

Davy, J., On the temperature of some fishes of the genus Thunnus.
1935 Proc.R.Soc.Lond., 1935:327-8

Demir, M., Synopsis of biological data on bonito (Sarda sarda) (Bloch,
1963 1793). FAO Fish.Rep.,(6)Vol.2:101-29

Diouf, T., Premières données relatives à l'exploitation et à la biologie
1981 de quelques petits thonidés et espèces voisines: Euthynnus, Sarda, Scomberomorus au Sénégal. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 15(2):327-36

_____, Pêche et biologie de trois scombridae exploités au Sénégal
1981a Euthynnus alletteratus, Sarda sarda et Scomberomorus tritor. Thèse doctorat 3ème cycle, Université Bretagne Occidentale, 159 p.

_____, La thonine: étude des débarquements, débouchés et perspectives
1981b d'avenir au Sénégal. Rapp.Interne Cent.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye,(32):35 p.

Diouf, T., 1985 Méthode suivie au Sénégal pour l'estimation des statistiques des tâches 1 et 2 concernant les principales espèces de thonidés (albacore, listao, patudo) de l'Atlantique est. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 23(2):426-32

_____, 1986 Collecte et traitement des données statistiques concernant la thonine au Sénégal: étude de la pêcherie artisanale de traîne de Yoff et extension des résultats à l'ensemble des pêcheries sénégalaises. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:275-94

Diouf, T., 1986a Marquage de petits thonidés au Sénégal en 1985. Collect.Vol.Sci. Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:307-11

Diouf, T., et J.C. Rey, 1986 Les petits thonidés pêchés par la flottille espagnole de 1980 à 1983. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc. Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:295-306

Dizon, A.E., 1977 Effect of dissolved oxygen concentration and salinity on swimming speed of two species of tunas. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 75:649-53

Dizon, A.E., R.W. Brill, et H.S.H. Yuen, 1978 Correlations between environment, physiology and activity and the effect on thermoregulation in skipjack tuna. En The physiological ecology of tunas, edited by G.P. Sharp et A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp. 233-59

Dizon, A.E., T.C. Byles et E.D. Stevens, 1976 Perception of abrupt temperature decrease by restrained skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). J.Thermal Biol., 1:185-7

Dizon, A.E., W.H. Neill et J.J. Magnuson, 1977 Rapid temperature compensation of volitional swimming speeds and lethal temperatures in tropical tunas (Scombridae). Environ.Biol.Fish., 2:83-92

Dizon, A.E., W.H. Stevens, et J.J. Magnuson, 1974 Sensivity of restrained skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) to abrupt increases in temperature. Comp.Biochem.Physiol.,(A Comp.Physiol.), 49:291-9

Domain, F., 1978 Le satellite METEOSAT et l'océanographie. Etude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal. Init.Doc.Tech.ORSTOM Paris,(43):39 p.

Donguy, J.R., et al., 1978 Les conditions océanographiques et la pêche de la bonite (Katsuwonus pelamis) dans le Pacifique occidental. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.),16(3-4):309-17

Draganick, B., et W. Pelczarski, 1984 Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by RV "Wiecczno". Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 20 (1):96-103

Dragovich, A., 1969 Review of studies of tuna food in the Atlantic Ocean. Spec.Sci.Rep.Fish.U.S.Fish Wild.Serv.(Fish.),(593):21 p.

_____, 1970 The food of skipjack and yellowfin tunas in the Atlantic Ocean. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 68(3):445-60

Dragovich, A. et T. Potthoff, 1972 Comparative study of food of skipjack and yellowfin tunas of the coast of West Africa. Fish.Bull. NOAA/NMFS, 70(4):1087-110

Ducroz, J., 1964 Contribution à l'étude histologique du cycle sexuel ovarien de Noethunnus albacora. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 2(3):5-12

Dufour, P., et J.-M. Stretta, 1973 Fronts thermiques et thermohalins dans la région du Cap Lopez (Golfe de Guinée) en juin-juillet 1972: phytoplancton, zooplancton, micronecton et pêche thonière. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Abidjan ORSTOM,4(3):99-142

_____, 1973a Production primaire, biomasse du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical le long du méridien 4ºW. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.),11(4):419-29

Eggleston, D. et L.J. Paul, 1978 Satellites, sea temperature and skipjack. Occas.Publ.Fish.Res.Dev.Minist.Agric.Fish.N.Z., (15):75-84

Evans, R.H., D.R. Maclain et R.A. Bauer, 1981 Atlantic skipjack tuna: influences of the environment on their vulnerability to surface gear. Collect.Vol.Sci.Rep.ICCAT/Rech.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc. Cient.CICAA 9(1):264-74

Fagade, S.O., et C.I.O. Olaniyan, 1974 Seasonal distribution of the fish fauna of the Lagos Lagoon. Bull.Inst.Fondam.Afr.Noire (A Sci.Nat.), 36(1):244-52

FAO, The biology and status of stock of small tunas. Report of an Ad hoc 1976 Committee of Specialists. Honolulu, Hawaii, U.S.A., 15-18 Decembre 1975. FAO Fish.Tech.Pap.,(154):21 p.

Fedoseev, Yu. P. et V.N. Chur, 1979 Relationship between feeding intensity of bigeye tuna (Thunnus obesus) of the Gulf of Guinea and their catches in the day time. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc. Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(2):287-90

Fiala, M., et al., 1976 Fertilisation de communautés phytoplanctoniques. I Cas d'un milieu ologotrophe: Méditerranée nord-occidentale. J.Exp.Mar.Biol.Ecol.,24:151-63

Fischer, W., G. Bianchi, et W.B. Scott (eds) 1981 Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche 34, 47 (en partie). Canada Fonds de dépôt. Ottawa, Ministère des pêcheries et Océans, Canada, en accord avec l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture. Vol. 3 publié aussi en anglais

Fontana, A., et A. Fonteneau, 1978 Note sur les indices gonado-somatiques des albacores (Thunnus albacares) capturés à la senne et à la palangre. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 7(1):67-72

Fonteneau, A., 1975 Programme de simulation de la pêcherie d'albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 13(1):79-97

_____, 1975a Note sur les problèmes d'identification du patudo dans les statistiques de pêche. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):168-71

_____, 1980 Croissance de l'albacore (Thunnus albacares) de l'Atlantique est. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc. Cient.CICAA, 9(1):152-68

Fonteneau, A., Note sur le mode de calcul de la prise par unité d'effort
1981 des senneurs FISM. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 15(1):407-411

_____, Dynanmique de la population d'albacore (Thunnus albacares) de
1982 l'océan Atlantique. Thèse Doctorat, Université Paris VI:324 p.

_____, Eléments pour l'aménagement des pêcheries d'albacores (Thunnus
1982a albacares) de l'Atlantique. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):79-163

_____, Modélisation de l'aménagement des pêcheries de thonidés
1984 tropicaux de l'Atlantique est. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):34-7

_____, Analyse de l'état des stocks d'albacore (Thunnus albacares)
1984a de l'Atlantique au 30 mai 1984. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 21(2):80-101

_____, Etat des stocks de listao de l'Atlantique par analyse des
1986 cohortes, analyse de production par recrue et par le modèle global. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 208-34

_____, Elements relatifs à l'effort de pêche exercée sur le listao de
1986a l'Atlantique (Katsuwonus pelamis) et calcul d'indices d'efforts spécifiques. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 127-39

_____, Note sur les indices d'abondance de l'albacore calculés à partir
1986b des prises par unité d'effort (p.u.e.) des flottilles FISM et espagnoles. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:46-56

_____. L'effort de pêche sur le listao. In Proceedings of the ICCAT
1986c Conference on the International Skipjack Program. Compte-rendus de la Conférence ICCAT sur le programme de l'année Internationale du listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E.K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa, Madrid, ICCAT, pp.187-99

Fonteneau, A., et F. Laloé, Analyse de la variabilité des tailles de
1986 listao au sein des concentrations exploitées en 1981. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 154-59

Fowler, H.W., The marine fishes of West Africa. Bull.Am.Mus.Nat.Hist.,
1936 70(2):607-1493

Fox, W.W., Jr, An exponential surplus yield model for optimizing exploited
1970 fish poulations. Trans.Am.Fish.Soc., 99:80-8

Frade, F., et E. Poster, Contribution à l'étude de la reproduction des
1955 scombridés et thonidés de l'atlantique tropical. Rapp.P.-V.Reun. CIEM,137:34-5

Franca, M. de L. da, Contribuçao para o conhecimento de maturaçao sexual
1959 dos atuns de Angola. Notas Mimeo.Cent.Biol.Piscat.,Lisb., (3): 1-45

Fraser-Brunner, A. On the fish on the genus Euthynnus. Ann.Mag.Nat.Hist.,
1949 (Sér.12),12:622-7

Frontier, S., Interface entre deux écosystèmes: exemple dans le domaine
1978 pélagique. Ann.Inst.Océanogr.,Paris, 54(2):95-106

Gaikov, V.I., The dynamics of maturation and sex-ratio of bigeye tuna
1983 (Thunnus obesus) in the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(2):347-54

_____, Feeding intensity of bigeye tuna, (Thunnus obesus) (Lowe) in
1984 the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(1):175-9

Gaikov, V.I., et al., On age and growth of the Atlantic bigeye tuna.
1980 Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 9(2):294-302

Gallardo, Y., Y. Dandonneau, et B. Voituriez. Variabilité, circulation et
1974 chlorophylle dans la région du dôme d'Angola en février-mars 1971. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Abidjan,ORSTOM,5(1):1-51

Geriotto, F., Note sur les biomasses pélagiques évaluées par écho-inté-
1975 gration dans la zone équatoriale du golfe de Guinée: premiers résultats. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Abidjan,ORSTOM,6(2): 119-38

Gneno, Y., et J.C. Le Guen, Détermination de l'âge et de la croissance de
1968 Sardinella eba (val.) dans la région de Pointe Noire. Cah.ORSTOM,(Sér.Océanogr.), 6(2):69-82

Gibbs, R.H., Jr., et B.B. Collette, Comparative and systematics of the
1967 tunas, genus Thunnus. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 66:65-130

Gobert, B., La pêche d'appât vivant, par des thoniers au Sénégal.
1983 Arch.Cent.Rech..Océanogr.Dakar-Thiaroye, (128):3 p.

Goldberg, S.R., et D.W.K. Au, The spawning of skipjack tuna from
1986 southeastern Brazil as determined from histological examination of ovaries. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 277-84

Gong, Y., et J.Y. Lee, Report on the Korean dart tagging experiments for
1983 ISYP during 1981-82. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(1):183-6

Gooding, R.M., W.H. Neill, et A.E. Dizon, Respiration rates and low oxygen
1981 tolerance limits in skipjack tuna, Katsuwonus pelamis. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 79(1):31-48

Gordon, M.S., Oxygen consumption of red and white muscles from tuna fishes.
1968 Sci, Wash., 159:87-90

Graham, J.B., Heat exchange in the black skipjack and the blood-gas
1973 relationship of warm-bodied fishes. Proc.Natl.Acad.Sci.,Wash., 70(7):1964-7

_____, Heat exchange in the yellowfin tuna. (Thunnus albacares), and
1975 skipjack (Katsuwonus pelamis) and the adaptative significance of elevated body temperatures in scombrid fishes. Fish.Bull. NOAA/NMFS, 73:219-29

Graham, J.B., et D.R. Diener, Comparative morphology of the central heat
1978 exchangers in the skipjack Katsuwonus and Euthynnus. En The physiological ecology of tunas, edited G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp. 113-33

Grandperrin, R., Structures trophiques aboutissant aux thons de longligne
1975 dans le Pacifique sud-ouest tropical. Thèse Doctorat, Université de Marseille, 295 p.

Griffiths, R.C., A study of ocean fronts off cape San Lucs, lower
1965 California. Spec.Sci.Rep.U.S.Fish.Wildl.Serv.(Fish.),(499):54 p.

Grudtsev, M.E., et L.I. Korolevich, Studies of frigate tuna Auxis thazard
1986 (Lacepede), age and growth in the eastern part of the equatorial Atlantic. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 25:269-74

Gulland, J.A., The estimation of the effect on catches of changes in gear
1961 selectivity. J.Cons.CIEM 26(2):204-14

Hanek, G., B. Horemans, et J. Lozac'Hmeur, Cap Vert: pêche artisanale.
1984 Praia, Projet pour le renforcement du Secrétariat d'Etat des Pêches du Cap-Vert. Rapport technique PNUD/FAO: CVI/82/003, CVI/82/003/RAPP/TECH/3:111 p.

Hasselblad, V., Estimation of parameters for a mixture of normal
1966 distributions. Technometrics, 8:431-44

Hastenrath, S., et P.J., Lamb, Climatic atlas of the tropical Atlantic
1977 and eastern Pacific oceans. Madison, University of Wisconsin Press, 112 p.

Hayashi, S., An hypothesis on population structure of yellowfin tuna in
1974 the Atlantic Ocean, based mainly on longline data. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 2:40-8

Herbland, A., Le maximum de chlorophylle dans l'Atlantique tropical
1983 oriental: description, écologie, interprétation. Océanogr.Trop. 18(2):295-318

Herbland, A., A. Le Bouteiller, et P. Raimbault, Size structure of phytoplankton and nutrient enrichment in the equatorial Atlantic Ocean (in press)

Herbland, A., et J.M. Stretta, Zooplancton et micronecton dans la région
1973 du dôme d'Angola en février-mars 1971 et relation avec les thons. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Abidjan ORSTOM,4(2):45-70

Herbland, A., et B. Voituriez, Production primaire, nitrate et nitrite
1977 dans l'Atlantique tropical. 1. Distribution du nitrate et production primaire. Cah.ORSTOM,(Sér.Océanogr.),15(1):47-56

Herbland, A., et al., Structure hydrologique et production primaire dans
1983 l'Atlantique tropical oriental. Océanogr.Trop.18(2):249-93

Hisada, K., 1973 Investigations on tuna hand-line fishing ground and some biological observations on yellowfin and bigeye tunas caught in the north western Coral sea. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (8):35-69

Hisard, P., J. Citeau, et A. Morliere, 1975 La branche sud des contre-courants équatoriaux subsuperficiels dans l'océan Atlantique. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.),13:209-20

_____, 1975a Le courant de Lomonossov et la formation de la zone frontale du Cap Lopez (Baie du Biafra, golfe de Guinée). Cah.ORSTOM (Sér.Océranogr.), 8(2):107-16

_____, 1976 Le système de contre courants équatoriaux subsuperficiels, permanence et extension de la branche sud dans l'océan Atlantique. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.), 14(3):209-20

Hisard, P., et A., Morlière, 1973 La, terminaison du contre courant équatorial subsuperficiel Atlantique (courant de Lomonossov) dans le golfe de Guinée. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.), 11(4): 455-64

Hochachka, P.W., W.C. Hulbert, et M. Huppy, 1978 The tuna power plant and furnace. In The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp.153-74

Honma, M., 1974 Estimation of effective overall fishing intensity of tuna longline fishery. Yellowfin tuna in the Atlantic Ocean as an example of seasonally fluctuating stocks. Bull.Far.Seas Fish. Res.Lab., (10):63-75

Honma, M., et K. Hisada, 1971 Structure of yellowfin tuna population in the Atlantic Ocean Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (4):93-124

Hotta, H., 1955 Seasonal distribution and growth of the "frigate mackerel" (Auxis tapeinosoma) Bleeker along the Pacific Coast of Japan. Bull.Tohoku Reg.Fish.Lab., (4):120-6 (en japonais, résumé en anglais)

Houde, E.D., et W.J. Richards, 1969 Rearing larval tunas on the laboratory Commér.Fish.Rev., 31(12):32-74

Hunter, J.R., J. Beverly, et Y. Macewicz, 1986 The spawning frequency of skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, from the south Pacific. Fish.Bull.NOAA/NMFS, (sous presse)

Hureau, J.C., et T. Monot, (eds), 1973 Check-list of the fishes of the north eastern Atlantic and the Mediterranean,CLOFNAM. Catalogue des poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée. Paris, Unesco, vol.1:683 p., vol.2:331 p.

Idyll, C.P., et D. Da Sylva, 1963 Synopsis of biological data on bonito Sarda sarda (Bloch, 1793), Western Atlantic. FAO Fish.Rep.,(6)Vol.2: 755-60

Inamura, Y., 1940 The skipjack fishery. Tokyo, Japan Fishing Association, Fishing Section, vol.6:17-94 (en japonais). English transl. by W.G. Van Campen. The Japanese skipjack fishery. Spec.Sci.Rep. U.S.Fish Wildl.Serv.(Fish),(49):67 p. (1951)

Ingham, M.C., 1970 Coastal upwelling in the Northwestern of Gulf of Guinea. Bull.Mar.Sci., 20, 2-34

Inoue, M., et al., Some notes on the artificial fertilization and rearing
1974 of larvae in the skipjack tuna. J.Fac.Mar.Sci.Technol.Tokai Univ., 8:37-42

International Game Fish Association, World record game fishes. Florida,
1984 USA, International Game Fish Association, 20 p.

Irvine, F.R., The fishes and fisheries of the Gold Coast. London, Crown
1947 Agents for the Colonies for Government of the Gold Coast, 352 p.

ISRA-ORSTOM, Rapport du Groupe de Travail sur le listao atlantique. Paris
1976 ORSTOM, 91 p.

_____, La reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée.
1979 Rapport du groupe de travail ISRA-ORSTOM (Dakar, 7-12 novembre 1977). Doc.Sci.Cent.Océanogr.Dakar-Thiaroye,(67):213 p.

Johnson, A.G., et al., Preliminary report on the age and growth of king
1980 mackerel (Scomberomorus cavalla) from the United States. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Rech.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA,9(3):722-33

Jones, R. Ecosystems, food chains and fish yields. ICLARM Conf.Proc.,
1982 (9):195-239

Joseph, J.W., P. Klawe, et P. Murphy, Tuna and billfish: fish without a
1980 country. La Jolla, California, Inter-American Tropical Tuna Commission, 46 p.

Josse, E., et al., Croissance des bonites à ventre rayé. Doc.Occas.Comm.
1979 Pac.Sud, Nouméa, (11):83 p.

June, F.C., Spawning of yellowfin tuna in Hawaiian waters. Fish.Bull.
1953 NOAA/NMFS, 54(77):47-64

Kanasashi, Y. Longline fishing: deck design and equipment. In Fishing
1960 boats of the world: 2,edited by J.O. Traung. London, Fishing News Books Ltd. pp. 73-82

Kasanova, I.I., Tuna larve of the tropical zone of the Atlantic Ocean.
1963 Vopr.Ikhtiol.,2(3-24):451-61. English transl. by K. F. Wiborg. Fish.Oceanogr.Transl.U.S.Fish.Wildl.Serv.,(2)(1964)

Katz, E.J., et al., The seasonnal transport of the equatorial
1981 undercurrent in the Western Atlantic (during the Global Weather Experiment). Océanol.Acta, 4(4):445-50

Kikawa, S., Studies on the spawning activity of Pacific tunas
1962 (Parathunnus mebachi and Neothunnus macropterus) by the gonad index examination. Occas.Rep.Nankai.Reg.Fish.Res.Lab., (1):43-56

Kishinouye, K., Contributions to the comparative study of the so-called
1923 scombroid fishes. J.Coll.Agric.Imp.Univ.,Tokyo, 8:293-475

Kitchell, et al., Model of fish biomass dynamics. Trans.Am.Fish.Soc., 103:
1974 786-98

_____, Bioenergetic spectra of skipjack and yellowfin tunas.
1978 En, The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp.357-68

Klawe, W.L., 1963 Observations on the spawning of four species of tuna: Neothunnus macropterus, Katsuwonus pelamis, Auxis thazard, Euthynnus lineatus in the Eastern Pacific ocean based on the distribution of their larvae and juveniles. Bull.I-ATTC/Bol. CIAT, 14:507-44

_____, 1977 What's a tuna. Mar.Fish.Rev.,39(11):1-5

_____, 1978 World catches of tunas and tunaslike fishes in 1975. Capturas mundiales de atunes y peces afines en 1975. I-ATTC Intern.Rep./ CIAT Inf.Intern.,(11):191 p.

Kleiber, P., A.W. Argue, et R.E. Kearney, 1983 Assessment of skipjack (Katsuwonus pelamis) resources in the central and western Pacific by estimating standing stock and components of population turnover from tagging data. Tech.Rep.Tuna Billfish. Assess.Programme S.Pac.Comm.,Nouméa, (8)

Kleiber, P., S. Chivers, et E. Weber 1984 Analysis of ISYP skipjack tagging results using the methods of the South Pacific Commission skipjack Programme. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(1):212-6

Konogaya, S., K. Yamabe, et K. Amano, 1969 On body temperature at the of time of haulage. Bull.Jap.Soc.Sci.Fish., 35:410-6

Konstantinova, M.P., et V.N. Chur, 1976 Comparative biological characteristics of tunas of genus Auxis. Tr.Atl.Nauchno-Issled.Inst.Rybn.Khoz. Okeanogr., 65:125-35

Kornilova, G.N., 1981 Feeding of yellowfin tuna (Thunnus albacares), and bigeye tuna (Thunnus obesus) in the equatorial zone of the Indian Ocean. J. Ichthyol., 20(6):111-9

Kumaran, M., 1964 Studies on the food of Euthynnus affinis affinis (Cantor) Auxis thazard (Lacepede), Auxis thynnoides (Bleeker) and Sarda orientalis (Temminck and Schlegel). Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc. India, 1(2):299-606

Kume, S., 1962 A note on the artificial fertilization of bigeye tuna, (Parathunnus mebachi) (Kishinouye). Rep.Nankai Fish.Res.Lab., (15):79-84

_____, 1976 Present situation of the bigeye tuna in the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 5(1):172-5

_____, 1977 Some biological informations on skipjack caught by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 6(2):75-8

Kume, S., et I. Joseph, 1969 Size composition, growth and sexual maturity of bigeye tuna, (Thunnus obesus) (Lowe), from Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT,

Kume, S., et Y. Morita, 1977 On the stock structure of bigeye tuna in the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 6(1):149-55

Laevastu, T. et H. Rosa Jr., 1963 Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. FAO Fish.Rep.,(6)Vol.3:1835-51

Lardeux, F., 1980 Mise en évidence de stocks séparés d'albacore (Thunnus albacares) dans l'Atlantique tropical par l'étude des chiffres d'infestatin parasitaire. Rennes, France, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 154 p.

_____, 1982 Etude de la structure des populations d'albacores (Thunnus albacares) dans l'Atlantique tropical par l'analyse des chiffres d'infestation parasitaire. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc. Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):337-56

Laurec, A. et A. Fonteneau, 1979 Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des c.p.u.e. de plusieurs engins, en différentes zones et saisons. Collect.Vol.Sci.pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 8(1):79-100

Le Borgne, R., 1977 Etude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4ºW. 2. Biomasse et peuplements du zooplancton. Cah.ORSTOM,(Sér.Océanogr.),15(4):333-49

Le Borgne, R., et al., 1983 Biomasse, excrétion et production du zooplancton - mecronecton hauturier du golfe de Guinée. Relations avec le phytoplancton et les particules. Océanogr.Trop.,18(2):419-60

Lee, J.U., 1986 Aspects of fishing effort of korean tuna longline fishery exerted to the Atlantic yellowfin and bigeye tuna. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:99-103

Le Gall, J., 1934 Euthynnus alletteratus (Raf.), Sarda sarda (Bloch). En Faune et flore de la Méditerranée. Fiches éditées par la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée. Copenhagen, ICES

Legand, M., et al., 1972 Relations trophiques et distributions verticales en milieu pélagique dans l'océan Pacifique intertropical. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 10(4):303-91

Le Guen, J.C., F. Baudin-Laurencin, et C. Champagnat, 1969 Croissance de l'albacore (Thunnus albacares) dans les régions de Pointe-Noire et de Dakar. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 7(1):19-40

Le Guen, J.C., F. Poinsard, et J. Gayde, 1968 La campagne thonière 1967 à Pointe-Noire (Congo) Doc.Cent.Pointe-Noire, ORSTOM, (428):29 p.

Le Guen, J.C., F. Poinsard, et J.P. Troadec, 1965 La pêche de l'albacore (Neothunnus albacares, Bonnaterre) dans la zone orientale de l'Atlantique intertropical. Etude préliminaire.Doc.Sci.Cent. Pointe-Noire, ORSTOM,(263):27 p.

Le Guen, J.C., et G.T. Sakagawa, 1973 Apparent growth of yellowfin tuna from the eastern Atlantic Ocean. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 71:175-87

Lemasson, L., et J.P. Rebert, 1973 Les courants marins dans le golfe ivoirien. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.),11:67-95

Lenarz, W.H., 1971 Yield per recruit of Atlantic yellowfin tuna for multigear fisheries. Madrid, ICCAT, SCRS/71/27:17 p. (mimeo)

_____, 1974 Length weight relations for five eastern tropical Atlantic Scombride. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 72:848-51

Lenarz, W.H., et al., 1974 An examination of the yield per recruit basis for a minimum size regulation for Atlantic yellowfin tuna (Thunnus albacares). Fish.Bull.NOAA/NMFS, 72(1):37-61

Lester, R.J.G., A. Barnes, et G. Habib, Parasites of skipjack tuna
1985 (Katsuwonus pelamis); fishery implications. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 83(3):343-56

Levenez, J.J., Note préliminaire sur l'opération sénégalaise de tracking
1982 de listao. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA,17(1)189-94

Levenez, J.J., A. Fonteneau et R. Regalado, Resultats d'une enquête sur
1980 l'importance des dauphins dans la pêcherie thonière FISM. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA(Colecc.Doc.Cient. CICAA, 9(1):176-79

Lozano Cabo, F., Caractéristiques zoogéographiques de la faune
1970 ichtyologique des côtes des îles Canaries, du Maroc, du Sahara espagnol et de la Mauritanie avec une étude spéciale des poissons côtiers. Rapp.P.-V. Réun.CIEM, 159:152-64

Mackenzie, K., Parasites as biological tags in fish population studies.
1983 Adv.Appl.Biol., 7:251-331

Magnuson, J.J., Tuna behavior and physiology, a review. FAO Fish.Rep.,
1963 (6)Vol.3:1057-66

Magnuson, J.J., Digestion and food consumption by dkipjack tuna (Katsuwonus
1969 pelamis). Trans.Am.Fish.Soc., 98(3):379-92

_____, Comparative study of adaptations for continuous swimming
1973 and hydrostatic equilibration of scombroid and xiphoid fishes. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 71(2):337-56

Maigret, J., La pêche des senneurs dans la baie du levier en 1971.
1973 Bull.Lab.Pêches,Nouadhibou,(2):35-56

Marchal, E., Analyse de quelques contenus stomacuax de Neothunnus albacora
1959 (Lowe). Bull.Inst.Fr.Afr.Noire(A Sci.Nat.), 21:1123-36

Marchal, E., Description des stades postlarvaires et juvéniles de quatre
1961 espèces de Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental. Mem. Inst.Fondam.Afr.Noire, (68):201-40

_____, Quelques observations complémentaires sur les scombridae pêchés
1961a par le Pyrrhus Bull.Inst.Fondam.Afr.Noire, 22(1):101-7

_____, Exposé synoptique des données biologiques sur la thonine
1963 (Euthynnus alletteratus) (Raf. 1810):Atlantique oriental et Méditerranée. FAO Fish.Rep., (6)Vol.2:648-62

Marcille, J., Pêche thonière de surface de quelques senneurs japonais en
1969 Atlantique oriental tropical (1965-68). Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire,ORSTOM,(3)

Marcille, J., et N. Armada, Les prises des jeunes albacores et patudos
1979 dans l'Atlantique oriental tropical; conséquences en matières d'aménagement. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 8(1):108-19

Marcille, J., C. Champagnat, et N. Armada, Croissance du patudo (Thunnus
1978 obesus) de l'océan Atlantique intertropical oriental. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr.Abidjan, ORSTOM, 9(1):73-81

Marcille, J., et F. Poinsard, La campagne thonière 1969 à Pointe-Noire.
1970 Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire,ORSTOM,(4)

Marcille, J., F. Poinsard, et J.C. Le Guen, La campagne thonière 1968 à
1969 Pointe-Noire (Congo). Pêche Marit., (1097):609-15

Margalef, R., What is an upwelling ecosystem. En Upwelling ecosystems,
1978 edited by R. Boje and M. Tomczak. Berlin, Springer-Verlag, pp.12-4

Matsumoto, W.M., R.A. Skillman, et A.E. Dizon, Synopsis of biological
1984 data on skipjack tuna, (Katsuwonus pelamis). FAO Fish.Synop., (136):92 p. Publié aussi comme NOAA Tech.Rep.NMFS Circ., (451):92 p.

Mayorova, A.A., et K.S. Tkacheva, Distribution and conditions of
1969 reproduction of pelamid (Sarda sarda) in the blac sea according to data of the period 1956-57. GFCM Proc.Tech.Pap./Debats Doc. Tech.CGPM, 5:509-14

Mazeika, P.A., Thermal domes in the eastern tropical Atlantic Ocean.
1967 Limnol.Océanogr., 12(3):537-9

Mendelsshon, R., et C. Roy, Environmental influences on the French,
1986 Ivory-Coast, Senegalese and Moroccan tuna catches in the gulf of Guinea. In Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'année internationale du listao. Actes de la Conferencia ICCAT sobre el Programa del Año International del listao. Madrid, ICCAT, pp. 170-88

Merle, J., Atlas hydrologique saisonnier de l'océan Atlantique
1978 intertropical. Trav.Doc.ORSTOM,Paris,(82):134 p.

Miyabe, N., On the growth of yellowfin and bigeye tuna estimated form the
1984 tagging results. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(1):117-22

Miyabe, N., et F.X. Bard, Some analyses of tagging results of janpanese
1986 during the ISYP. In Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E.K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 342-7

_____, Movements of skipjack in the Eastern Atlantic, from results
1986a of tagging by Japan. In Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 342-7

Miyake, P.M., Small tuna-like fish stocks. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.
1982 Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(2):415-30

Miyake, P.M. et S., Hayasi, Manuel d'opérations pour les statistiques et
1978 l'échantillonnage des thonidés et espèces voisines dans l'océan Atlantique. Madrid, Commission Internationale pour la conservations des Thonidés de l'Atlantique. 149 p.

Monod, Th., Une enquête ouest africaine sur les pêches au XIIIè siècle.
1977 Bull.Soc.Fr.Hist.Outre Mer,14(237):516-8

Moore, D., et al., Equatorial adjustment in the eastern Atlantic.
1978 Geophys.Res.Lett., 5(8):637-40

Mori, K., S. Ueyanagi, et Y, Nishikawa, The development of artificially
1971 fertilized and reared larvae of yellowfin tuna, (Thunnus albacares). Bull Far Seas Fish.Res.Lab. (5):219-23

Morice, J., La pêche des thons, des bonites et des thazards dans les eaux
1952 des Iles Canaries. Pêche Marit., (888):102 p.

_____, Essai systématique sur les familles des cybiidae, thunidae et
1953 katsuwonidae poissons scombroïdes. Rev.Trav.Inst.Pêches Marit., 18(1):35-63

Morita, M., Investigation of frigate mackerel (Auxis rochei). Rep. Kochi
1972 Prefect.Fish.Exp.Stn.,(68):2-15 (in Japanese). Unpubl.English transl. in Southwest Fisheries Center, NOAA/NMFS, Honolulu

Morlière, A., Les saisons marines devant Abidjan. Doc.Sci.Cent.Rech.
1970 Oceanogr.Abidjan,ORSTOM, 1(2):1-15

Morlière, A, P. Hisard et J. Citeau, Le courant de Lomonossov dans le fond
1984 du Golfe de Guinée en 1973. Doc.Sci.Cent.Oceanogr.Abidjan,ORSTOM 5(1-2):1-51

Morlière, A., et J.P. Rebert, Etude hydrologique du plateau continental
1972 ivoirien. Doc.Sci.Cent.Rech.Oceanogr.Abidjan,ORSTOM,3(2):1-30

Muhlia Melo, A. F., Synopsis of biological data on the black skipjack tuna
1980 Euthynnus lineatus, Kishinouye 1920. Spec.Rep.I-ATTC, (2):364-94

Murphy, G.I., Effect of water clarity on albacore catches. Limnol.
1959 Oceanol.,4(1):86-93

_____, A solution of the catch equation. J.Fish.Res.Board Can.,
1965 22(1):191-202

Nakamura, E.L., Food and feeding habits of skipjack tuna (Katsuwonus
1965 pelamis) from the Marquesas and Tuamotu islands. Trans.Am.Fish.Soc., 94:236-42

_____, Tuna distribution and migration. London, Fishing News (Books)
1969 Ltd.,76 p.

_____, A review of field observations on tuna behavior, FAO Fish.Rep./
1969a FAO Inf.Pesca,(62)Vol.2:59-68

Neely, M.C. R.L., La senne tournante opère une révolution dans la pêche
1962 au thon. Pêche Marit., (1011):432-45

Neill, W.H., R.K.C. Chang, et A.E. Dizon, Magnitude and ecological
1976 implications of thermal inertia in skipjack tuna, (Katsuwonus pelamis) (Linnaeus). Environ.Biol.Fish., 1:61-80

Neill, W.H., J.J. Magnuson et G.G. Chipman, Behavioral thermoregulation
1972 by fishes: a new experimental approach. Science,Wash., 176:1443-5

Neill, W.H., et S.D. Stevens, Thermal inertia versus thermoregulation on
1974 "warm" turtle and tuna. Science,Wash.,184:1008-10

Nishikawa, Y., et al., Distribution atlas of larval tunas, bill fishes and
1978 related species. Results of larval surveys by R/V Shunyo Maru and Shoyo Maru, 1956-75. S Ser.Far Seas Fish.Res.Lab. (9): 99 p.

Nishikawa, Y., et al., Average distribution of larvae of oceanic species
1985 of scombroid fishes 1956-1981. S Ser.Far Seas Fish.Res.Lab., (12):99 p.

Nival, P. et S. Nival, Particle retention efficiencies of an herbivorus
1976 copepod Acartia clausi (adult and copepodits stages): effect on grazing. Limnol.Oceanogr.,21:24-38

Olson, R.J., Feeding and energetics studies of Yellowfin tuna: food for
1982 ecological thought. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(2):444-57

Orange, C.J., Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern
1961 tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 5(6):457-502

ORSTOM Centre de Pointe-Noire, Les mensurations d'albacores (Thunnus
1971 albacares) et des listaos (Katsuwonus pelamis) faites à Dakar, Abidjan et Pointe-Noire entre 1965 et 1970. Doc.Sci.Cent. Pointe-Noire ORSTOM,(11)

Oudot, C., Les gaz dissous (azote-oxygène) dans le golfe de Guinée:
1983 distribution, échanges physiques, relation avec la production primaire. Océanogr.Trop., 18(2):201-21

Pauly, D., et D. David, Elefan I., a BASIC programme for the objective
1981 extraction of growth parameters from length - frequency data. Meeresforschung/Rep.Mar.Res., 28(4):205-11

Pella, J.J., et P.K. Tomlinson, A generalized stock production model.
1969 Bull.I-ATTC/Bol.CIAT, 13(3):421-58

Pellegrin, J., Poissons des côtes de Mauritanie. Mission de M. Gruvel (5e
1913 note). Bull.Soc.Zool.Fr., (38)

Penhoat, Y. du, et A.M., Treguier, The seasonal linear response of the
1985 tropical Atlantic ocean. J.Phys.Oceanogr.,15(3):316-29

Pereira, J., Pêche et recherche thonière aux Açores. Collect.Vol.Sci.Pap.
1983 ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(3):747-53

_____, Etat des stocks de patudo (Thunnus obesus) de l'Atlantique
1984 par analyse des cohortes, analyse de production par recrue et par le modèle global. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(2):155-83

_____, Croissance du patudo (Parathunnus obesus) de l'Atlantique.
1984a Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 21(2):143-54

_____, Composition spécifique des bancs de thonidés pêchés à la
1986 senne, aux Açores. Collect,Vol,Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:395-400

Pereiro, J.A., et A. Fernandez, Estado actual de la pesqueria de tunidos
1974 del Africa occidental. Bol.Inf.Pesq.CICAA,(2):63-87

Pereiro, J.A., et al., Algunos datos sobre la pesqueria espanola de
1975 superficie en el golfo de guinea. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 4:1-5

Pianet, R., 1980 La pêcherie des listaos (Katsuwonus pelamis) dans l'Atlantique tropical est. Etat des stocks au 31 décembre 1978. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(1):275-81

_____, 1981 Les stocks pélagiques hauturiers: les thonidés. Trav.Doc.ORSTOM, Paris,(138):279-312

Pianet, R., et J. Le Hir, 1971 La campagne thonière 1970 à Pointe-Noire. Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire,ORSTOM, (17)

_____, 1972 La campagne thonière 1971 à Pointe-Noire. Doc.Sci.Cent. Pointe-Noire,ORSTOM, (20)

_____, 1974 La campagne thonière à Pointe-Noire. Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire, ORSTOM, (35)

Pianet, R., J. Le Hir, et J.P. Niel, 1973 La campagne thonière 1972 à Pointe-Noire. Doc.Sci.Cent.Pointe-Noire,ORSTOM, (30)

Picaud, J., 1983 Propagation of seasonal upwelling in the eastern equatorial Atlantic.J.Phys.Oceanogr., 13:100-28

Piton, B. et A. Kartavtseff, 1986 Utilisation de bouées dérivantes à positionnement par satellite pour une meilleure connaissance de l'hydrologie de surface du golfe de Guinée. Doc.Sci.Antenne ORSTOM Brest,(34)

Piton, B., et C. Roy, 1983 Année internationale listao: données d'environnement pour la période juin, juillet et août 1981 dans le golfe de Guinée. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 18(1):205-53

Poll, M., 1949 Résultats scientifiques des croissières du navire école belge "Mercator". Poissons. Vol.IV. Mem.Inst.R.Sci.Nat.Belg.(Sér.2), 33:173-268

Portais, P., 1986 L'aventure du thon tropical. In La chasse marée. Rev. Hist.Ethnol.Marit.,21:18-39

Postel, E., 1950 Note sur les thonidés de la presqu'île du Cap Vert. Bull.Ser.Elev.Ind.Anim.Afr.Occident.Fr.,(2-3):3-41

_____, 1953 Sur la répartition des taches latérales chez (Euthynnus alleteratus) (Raf.) de la région du Cap Vert. Bull.Soc.Sci. Bretagne,(28):21-4

_____, 1954 Contribution à l'étude des thonidés de l'Atlantique tropical. J.Cons.CIEM, 19(3):356-62

_____, 1954a Influence du sexe sur la taille, taille de première maturité chez les cybiidés. Bull.Soc.Zool.Fr., (79):5-6

_____, 1955 Contribution à l'étude de la biologie de quelques Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental. Ann.Stn.Océanogr.Salammbo, 10:168 p.

_____, 1955a Recherches sur l'écologie du thon à nageoires jaunes, (Neothunnus albacora) (Lowe), dans l'Atlantique tropico-oriental. Bull.Inst.Fr.Afr.Noire(Sér.A Sci.Nat.), 17:279-318

_____, 1955b La bonite à ventre rayée (Katsuwonus pelamis) dans la région du Cap Vert. Bull.Inst.Fr.Afr.Noire(Sér.A Sci.Nat.). 17:1202-13

Postel, E., 1956 Données biométriques sur quelques Scombridae tunisiens. Bull.Stn.Océanogr.Salammbô,(53):50-61

_____, 1956a Essai sur la palomette Orcynopsis unicolor (Goeffroy Saint Hilaire, 1809). Bull.Inst.Fr.Afr.Noire (Ser.A Sci.Nat.), 18(4): 1220-48

_____, 1963 Exposé synoptique des données biologiques sur la bonite à ventre rayé (Katsuwonus pelamis) (Linné, 1758). FAO Fish.Rep., (6)Vol.2:515-37

_____, 1966 Les noms des Scombridés. Pêche Marit.,45(1061):577-81

_____, 1969 Présentation des thons. Pêche Marit.,48(1095): 397-415

Potier, M., et A. Fonteneau, 1982 Aménagement de la population de patudo (Parathunnus obesus) de l'Atlantique. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):234-49

Raju, G., 1960 A case of hermaphroditism and some other gonadal abnormaities in the skipjack (Katsuwonus pelamis, Linnaeus). J.Mar.Biol.Assoc. India, 2:95-102

Rebert, J.P., 1979 Aperçu sur l'hydrologie du plateau continental ouest africain de la Mauritanie à la Guinée. COPACE/PACE Sér., (78/10):92-7

_____, n.d. Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. Doc.Sci.Inst.Sénégal.Rech.Agr.Cent.Rech.Océanogr. Dakar-Thiaroye,(89):99 p.

Regan, C.T., 1909 On the anatomy and classification on the scombroid fishes. Ann.Mag.Nat.Hist.N.Y.(Ser. 8),3:66-75

Reid, J.L., Jr., 1962 On circulation, phosphate-phosphorus content and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific Ocean. Limnol.Oceanogr., 7:287-306

Rey, J.C., 1983 Considerations on the migration of tunas in relation to the hydrology of the Strait of Gibraltar. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(3):758-64

Rey, J.C., et J.L. Cort, 1981 Migracion de bonitos (Sarda sarda) y bacoreta (Euthynnus alletteratus) entre el Mediterraneo y el atlantico. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 15(2):346-7

Rey, J.C., E. Alot, et A. Ramos, 1984 Synopsis biologica del bonito, (Sarda sarda) (Bloch) del Metiterraneo y Atlantico este. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 20(2):469-502

Richards, W.J., Distribution and relative apparent abundance of larval
1969 tuna collected in the tropical Atlantic during equalent survey I et II. En Proceedings of the Symposium on the océanography and fisheries resources of the tropical Atlantic. Results of the ICITA and of the GTS, organised through the joint efforts of Unesco, FAO and OAU. Abidjan, Ivory Coast, 20-28 October 1966. Review papers and contributions. Actes du Symposium sur l'océanographie et ressources halieutiques de l'Atlantique tropical. Résultats de l'ICITA et de la GTS, organisé conjointement par l'Unesco, la FAO et l'OUA. Rapports de synthèse et communications. Paris, Unesco, pp.289-315

Richards, W.J., et D.C. Simons, Distribution of tuna larvae (pisces,
1971 scombridae) in north western Gulf of guinea and of Sierra léone Fish.Bull.NOAA/NMFS, 69(1):555-68

Richards, W.J., et T. Potthoff, Laval distributions of scombrids (other
1980 than bluefin tuna) and swordfish in the Gulf of Mexico in the spring of 1977 and 1979. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc. Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(3):680-94

Richards, W.J., et al., tuna larvae collected in the northwestern Gulf of
1969 Guinea, Geronimo cruise 3, 10 February to 16 April 1964. Data Rep.U.S.Fish.Wildl.Serv., (36):10 p.

_____, Larvae of tuna and frigate mackerel (Pisces, Scombridae)
1969a collected in the northwestern Gulf of Guinea, Geronimo cruise 4-5 August to 13 October 1964. Data Rep.U.S.Fish.Wildl.Serv., (37):17 p.

Richardson, P.L., et T.K. McKee, Average seasonal variation of the
1984 Atlantic Equatorial Currents from historical ship drift. J.Phys.Oceanogr., 14(7):1226-38

Ricker, W.E., Handbook of computations for biological statistics of fish
1958 populations. Bull.Fish.Res.Board Can., (119):300 p.

Roberts, J.L., Active branchial and ram gill ventilation in fishes.
1975 Biol.Bull.Woods Hole,148:85-105

Robins, J.P., Further observations on the distribution of striped tuna
1952 (Katsuwonus pelamis L.) in eastern Australian waters, and its relation to surface temperature. Aust.J.Mar.Freshwat.Res., 3:101-10

Rodrigez Roda, J., Estudio de la Bacoretta (Euthynnus alletteratus) (Raf.)
1966 bonito (Sarda sarda) (Bloch) y melva (Auxis thazard) (Lac.) capturado for las almadrabas españolas. Invest.Pesq.,Barc., 30:120-45

Rodrigez Roda, J., et A. Dicenta, Areas de puesta del atun, melva y
1981 bonito en las costas de España, y Marruecos. Coll.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA,15(2):278-83

Roger, C., Macroplancton et micronecton de l'Atlantique tropical. 1.
1982 Biomasses et composition taxonomique. Océanogr.Trop., 17(1):85-96

Roger, C., et R. Grandperrin, Pelagic food webs in the tropical Pacific.
1976 Limnol.Oceanogr., 21(5):731-5

...ado, J.M. de Campos, Un estudo sobre a pescria de albacora e de gaiado
... vivo en Angola. Publ.Mimeo.Missao Estud.Bioceanol.
...Biol.Pap.), (3):61 p.

Rossignol, M., Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique (Thunnus Neothunnus) albacores. (Bonnaterre, 1788). Mém.ORSTOM Paris, 1968 (25):11 p.

_____, Contribution à l'étude du "complexe guinéen". Cayenne, Guyane, 1973 Centre de Cayenne,ORSTOM,

Rossignol, M., et M.T. Aboussouan, Hydrologie marine côtière de la 1965 presqu'île du Cap-Vert. Deuxième partie. Etude de la biomasse. Dakar-Thiaroye, ORSTOM,

Rossignol, M., et A.M. Meyrius, Campagne océanographique du Gérard Treca. 1964 Régions comprises entre les Iles du Cap Vert et les côtes du Sénégal et de la Guinée (juin 1962). Doc.Sci.Cent.Océanogr. Dakar-Thiaroye ORSTOM, 53 p.

Rossignol, M., et R. Repelin, Présence d'un trematode parasite des sacs 1962 nasaux chez (Neothunnus albacore) (Lowe). Trav.Cent.Océanogr. Pointe-Noire,ORSTOM,, (2):177-288

_____, Note sur Neothunnus albacora et Parathunnus obesus (Lowe). 1962a Differenciation des jeunes. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.),2:175-8

Roux, C., Rapport sur Katsuwonus pelamis (Atlantique). En CCTA Colloque 1960 sur les thonidés. Dakar 12-17 décembre 1960. pp.120-45

_____, Résumé des connaissances actuelles sur (Katsuwonus pelamis 1961 Linné). Bull.Inst.Pêches Marit.Maroc, (7):33-53

Rudomiotkina, G.P., Areas, periods and conditions of bigeye tuna (Thunnus 1983 obesus) spawning in the tropical part of the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 18(2):355-62

_____, Dates and conditions of the spawning of the skipjack (Katsuwonus 1983a pelamis, L:), based on the distribution of their larvae in the tropical Atlantic. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(1):295-301

_____, New data on reproduction of Auxis spp. in the Gulf of 1984 Guinea. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 20(2):465-8

_____, Data on reproduction of Atlantic little tuna in the tropical 1986 west African waters. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:258-61

Ryther, J.H., Photosynthesis and fish production in the sea. Science, 1969 Wash.,166:72-6

Sakagawa, B.T., Status of the bigeye stocks of the Atlantic ocean 1976 (1957-1973) from production model analysis. Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):176-84

Sakamoto, S., Preliminary review on the regional change in size 1969 composition, sex-ratio and gonad index of the Atlantic bigeye caught by tuna longline fishery. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (1):49-56

Santos, A., Las pesquerias de tunidos en Canarias durante 1975. Collect. 1977 Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 6(2):437-8

Santos, A., et S. Torres, Campana atunera de la flotta canaria en 1977 y
1979 resultados préliminares durante el ler semestre de 1978. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 8(2):516-29

_____, Campana de marcado SK 8107 y 8110 en Canarias. Collect.Vol.Sci.
1982 Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):180-3

SCET Cooperation/BCEOM, Campagnes expérimentales de pêche aux poissons de
1966 surface au Dahomey. Tome 1. Réalisations et applications. Groupement d'études pour le développement de la pêche SCET/BCEOM. Avril 1966

Schaefer, M.B., A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna
1957 in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT, 2(6):245-68

Seguin, G., Contribution à l'étude de la biologie du plancton de surface
1966 de la baie de Dakar (Sénégal). Etude quantitative, qualitative, et observations écologiques au cours d'un cycle annuel. Bull.Inst.Fondam.Afr.Noire (Ser.A Sci.Nat.), 28(1):1-90

Seret, B., et P. Opic, Poissons de mer de l'ouest africain tropical.
1981 Init.Doc.Tech.ORSTOM, Paris, (49):416 p.

Servain, J., J., Picaut and A.J. Busalacchi, Interannual and seasonal
1985 variability of the tropical Atlantic ocean depicted by sixteen years of sea-surface temperature and wind stress, In Coupled ocean-atmosphere models, edited by J.P.C. Nihoul. Elsevier Oceanogr.Serv.,40:221-37

Servain, J., J. Picaut et J. Merle, Evidence of remote forcing in the
1982 equatorial Atlantic ocean. J.Phys.Oceanogr.,12(5):457-63

Shabotiniets, E.I., Opredelenie vozrasta tuntsov Indriskogo okeana
1968 (Age determination of Indian Ocean tunas). Tr.Vses.Nauchno-Issled, Inst.Morsk.Ryb.Khoz.Okeanogr., 64(1):374-6. Traduction anglaise par W.L. Klawe. La Jolla, California, I-ATTC, 5 p.

Sharp, G.D., Behavorial and physiological properties of tunas and their
1978 effects on vulnerability to fishing gear. In The physiological ecology of tunas, edited by G.P. Sharp and A.E. Dizon. New York, Academic Press, pp.397-450

Sharp, G.D., et A.E. Dizon (eds), The physiological ecology of tunas. New
1978 York Academic Press, 485 p.

Sharp, G.D., et R.C. Francis, An energetic model for the exploited
1976 yellowfin tuna population in the eastern Pacific ocean. Fish.Bull.,NOAA/NMFS,74(1):36-50

Sharp, G.D., et S.W. Pirages, The distribution of red and white muscles,
1978 their biochemistry and the biochemical phylogeny of selected scombrid fishes. En The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York Academic Press, pp.41-78

Sharp, G.D., et J. Vulymen, The relation between heat generation,
1978 conservation and the swimming energetics of tunas. En The physiological ecology of tunas, edited by G.D. Sharp and A.E. Dizon. New York Academic Press, pp.213-32

Silas, E.G., Parasites of scombroid fishes. Part I. Monogenetic
1967 trematodes, digenetic trematodes and cestodes. Symp.Ser. Mar.Biol.Assoc.India, 1:799-875

Silas, E.G., et A.N.P. Ummerkutty, Parasites of scombroid fishes. Part 2.
1967 Parasitic Copepoda. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India,, 1:876-993

Simmons, D.C., Maturity and spawning of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis)
1969 in the Atlantic Ocean, with comments on nematode infestation of the ovaries. Spec.Sci.Rep.U.S.Fish.Wildl.Serv.(Fish.),(580):17p.

Stéquert, B., Etude de la maturité sexuelle, de la ponte et de la
1976 fécondité du listao (Katsuwonus pelamis) de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 14(3):227-47

Stéquert, B. et F. Marsac, Pêche thonière à la senne. Expérience
1983 dans l'océan Indien. Init.Doc.Tech.ORSTOM Paris, (59): 30 p.

Stevens, E.D., Some aspects of gas exchange in tuna. J.Exp.Biol.,56:809-23
1972

Stevens, E.D., et F.G. Carey, One why of the warmth of warm-bodied fish.
1981 Am.J.Physiol.(Regul.Integrat.Comp.Physiol. 9), 240:R151-R155

Stevens, E.D., et F.E.J. Fry, Brain and muscle temperatures ocean caught
1971 and captive skipjack tuna. Comp.Biochem Physiol.(A Comp. Physiol.), 38:203-475

Stevens, E.D., H.M. Lam, et E. Kendall, Vascular anatomy of the
1974 countercurrent heat exchanger of skipjack tuna. J.Exp.Biol., 61(1):145-53

Stretta, J.-M., Biomasses du phytoplancton et du zooplancton dans
1975 l'Atlantique tropical oriental le long du méridien 10ΩW. Résultats de la campagne Capricorne 7314. Doc.Sci.Cent.Rech. Océanogr.Abidjan,ORSTOM,6(1):83-96

Stretta, J.-M., Température de surface et pêche thonière dans la zone
1977 frontale du cap Lopez (Atlantique tropical oriental) en juin et juillet 1972, 74 et 75. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 15(2):163-80

_____, Description et mode d'emploi de la chaîne d'analyse des
1985 paramètres écologiques associés à la pêche thonière. Note Diffus.Restreinte Cent.Rech.Océanogr.Abidjan,ORSTOM, (04/85):26 p.

Stretta, J.-M., J.-C. Favard, et J. Citeau, METEOSAT et l'expérience
1980 d'aide à la pêche. En Compte rendus du 6Ω symposium canadien sur la télédétection 21-31 mai 1980, Halifax, Canada

Stretta, J.-M., J. Noel, et J.C. Le Guen, Mesures de température de
1973 surface par radiomètrie aérienne et concentrations de thons au large d'Abidjan en août 1973. Abidjan, Centre Recherches Océanographiques ORSTOM, 16 p.(mimeo)

Stretta, J.-M., J. Noel, et L. Vercesi, Caractérisation des situations
1977 hydrobiologiques et potentialités de pêche thonière au Cap Lopez en juin et juillet 1972, 1974. Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr. Abidjan, ORSTOM, 6(2):59-74

Stretta, J.-M., et M. Slepoukha, Les satellites, l'ordinateur et l'aide à
1983 la pêche. Pêche Marit.,(1258):38-41

_____, A forcasting model for tuna fisheries in the intertropical
1983a Atlantic. Proc.Annu,Tuna Conf.Lake Arrowhead, 34:36

Stretta, J.-M., et M. Slepoukha, Analyse des températures de surface au
1986 sein des concentrations de listao en 1981. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid,ICCAT, p.364 (Résumé)

_____, Analyse des facteurs biotiques et abiotiques associés aux bancs
1986a de thons. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E. K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid, ICCAT, pp. 161-9

Stretta, J.-M., et B. Surugue, Température de surface et pêche thonière.
1977 Film 16mm, couleurs, son optique, 7 minutes, version française, anglaise, portugaise, arabe. (Disponible en vidéo U Matic 3/4 pouce) Production ORSTOM, Diffusion ORSTOM, SFRS, Médiathéque Centrale, ADPF

Sund, P.N., et W.J. Richards, Preliminary report ont he feeding habits of
1967 tunas in the Gulf of Guinea. Spec.Sci.Rep.U.S.Fish Wildl.Serv., (Fish),(551):6 p.

Sund, P.M., M., Blackburn et F. Williams, Tunas and their environment in
1981 the Pacific Ocean; a review. Oceanogr.Mar.Biol.,19:443-512

Suzuki, Z., and S. Kume, Fishing efficiency of deep longline for big eye
1982 tuna in the Atlantic as inferred from the operations in the Pacific and Indian Ocean. Collect.Voc.Sci.Pap.ICCAT./Recl.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA,17(2):471-88

Suzuki, Z., Y. Warashina and M. Kishida, The comparison of catches by
1977 regular and deep tuna longline gears in the western and central equatorial Pacific. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., 15:51-83

Talbot, F.H., The South African tunas. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India,
1964 1(1):187-209

Talbot, F. H., et M.J. Penrith, Synopsis of biological data on species of
1963 the genus Thunnus (sensu lato) (South Africa). FAO Fish.Rep., (6)Vol.2:608-46

Tanaka, S., A method of analyzing a polymodal frequency distribution and
1962 its application to the length distribution of the porgy Taïus tumifrons (T. and S.). J.Fish.Res.Board Can., 19(6):1143-59

Thomas, P.T., The food of Katsuwonus pelamis (Linnaeus) and Neothunnus
1964 macropterus (Temmick and Schlegel) from Minicoy waters during the season 1960-61. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India,1(2):626-30

Thomas, P.T., et M. Kumaran, Food of Indian tunas. FAO Fish.Rep.,
1963 (6)vol.3:1659-67

Thompson, W.F., et F.H. Bell, Biological statistics of the Pacific halibut
1934 fishery 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep.Int.Fish.Comm., (1):49 p.

Tomlinson, P.K., A generalization of the Murphy catch equation.
1970 J.Fish.Res.Board Can., 27:821-5

Tortonese, E., et J.C. Hureau, Clofnam supplement 1978. Cybium(3è Sér.),
1979 1979(5):333-94

Uchida, R.N., Hermaphrodidic skipjack. Pac.Sci., 15:294-6
1961

_____, Synopsis of biological data on frigate tuna (Auxis thazard), and
1981 bullet tuna (A. rochei). NOAA Tech.Rep.NMFS Circ., (436):63 p.

Uchihashi, K., Ecological study of the Japanese teleosts in relation to
1953 brain morphology. Bull.Jap.Sea.Reg.Fish.Res.Lab., (2):166 p. (en japonais)

Uda, M., A consideration of the long years trend of fisheries fluctuation
1957 in relation to sea condition. Bull.Jap.Soc.Sci.Fish., 23(7-8):368-72

_____, Larval distribution of tunas and billfishes in the Atlantic
1971 Ocean. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca,(71.2) 297-305

Ueyanagi, S., Larval distribution of tuna and billfishes in the Atlantic
1971 ocean. In Symposium on investigations and resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions. FAO,Fish.Rep.,71(2):297-305

Ueyanagi, S., Y, Nishikawa, et T. Matsuoka, Artificial fertilization and
1974 larval development of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Bull.Far Seas Fish.Res.Lab.,(10):179-88

Valle, S., N. Mezentseva, et A. Rodriguez, Contenido estomacal del atun de
1979 aleta amarilla (Thunnus albacares) en el Atlantico centro oriental. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 9(2):199-208

_____, Nota sobre el contenido estomacal del atûn ojo grande (Thunnus
1979a obesus) en el Atlantico oriental. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(2):282-6

Varlet, F., Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan. Etud.Eburnéennes,
1958 (7):97-222

Vercesi, L., Résultats de la campagne de radiométrie aérienne: ANGOLA 73.
1973 Abidjan, Centre Recherches Océanographiques, ORSTOM, 11 p. (mimeo)

Vilela, H., et R. Monteiro, Sobre atuns de Angola I coma se pesca e quanto
1959 se pesca. 2. Caracterizaçao morphologica de Neothunnus albacora (Lowe). Bol.Pesca,Lisb., (64):35 p.

Villaut de Bellefond, N., Relation des costes d'Afrique appelées Guinée,
1669 avec la description du pays, moeurs et façon de vivre des habitants. Paris, Denis Thierry, 455 p.

Voituriez, B., Les sous-courants équatoriaux nord et sud et la formation
1981 des dômes thermiques tropicaux. Océanol.Acta,4(4):497-500

_____, Les variations saisonnières des courants équatoriaux à 4W et
1983 l'upwelling équatorial du golfe de Guinée. 1- Le sous-courant équatorial. Océanogr.Trop.,18(2):163-83

Voituriez, B., et Y. Dandonneau, Relations entre la structure thermique,
1974 la production primaire et la régénération des sels nutritifs dans le dôme de Guinée. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.), 12:245-55

Voituriez, B., et A. Herbland, Etude de la production pélagique de la zone
1977 équatoriale de l'Atlantique à 4ΩW. 1. Relations entre la structure hydrologique et la production primaire. Cah.ORSTOM (Sér.Océanogr.), 15(4):313-31

_____, The use of the salinity maximum of the equatorial undercurrent
1978 for estimating nutrient enrichment and primary productivity in the Gulf of Guinea. Deep-Sea Res., 25:77-83

_____, Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique Tropical
1982 Est: dômes thermiques, upwellings côtiers et upwelling équatorial. Rapp.P.-V.Réun.CIEM, 180:114-30

Voituriez, B., et P. Hisard, Nutrient enrichment in the equatorial
1975 upwelling: a comparison between the Atlantic and the Pacific Ocean. Document présenté au Third International Symposium of Upwelling Ecosystem, Kiel, septembre 1975 (mimeo)

Voituriez, B., J.-M. Verstraete, et R. Le Borgne, Conditions hydrologiques
1973 de la zone frontale du cap Lopez pendant la campagne thoniére de juin-juillet 1971. Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 11(2):229-49

Vyalov, Y.A., et V.V. Ovchinnikov, Main result of the tuna, swordfish and
1980 sailfish studies in the Atlantic Research Institute for the fisheries and oceanography (AtlantNIRO) for the 20 years period (1957-77). Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc. Doc.Cient.CICAA, 9(3):662-74

Vincent-Cuaz, L., Contribution à l'étude biométrique de l'albacore
1959 Neothunnus albacora (Lowe) d'après les captures effectuées le long des côtes mauritaniennes. Cotonou, Dahomey Centre d'études scientifiques et techniques appliquées à la pêche, 105 p.(mimeo)

Waldron, K.D., Synopsis of biological data on skipjack (Katsuwonus
1963 pelamis, Linnaeus 1758) (Pacific Ocean). FAO Fish.Rep., (6)vol.2: 695-748

Waldron, K.D., et J.E. King, Food of skipjack in the central Pacific. FAO
1963 Fish.Rep., (6)vol.3:1431-57

Walsh, J.J., Herbivory as a factor in patterns of nutrient utilization in
1976 the sea. Limnol.Oceanogr., 21(1):1-13

Walsh, J.J., et al., Further transition strates of the Baja California
1977 upwelling ecosystem. Limnol.Oceanogr., 22(2):264-80

Watanabe, H., Frigate mackerels (genus Auxis) from the stomach contents of
1964 tunas and marlins. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India,1(2):631-42

Watertor, J.L., Incidence of Hirudinella marina Garcin, 1730 (Trematoda:
1973 Hirudinella) in tuna from the Atlantic Ocean. J.Parasitol., 59:207-8

Wauthy, B., Révision de la classification des eaux de surface du golfe de
1977 Guinée (Berit, 1961). Cah.ORSTOM(Sér.Océanogr.), 15:279-95

_____, Introduction à la climatologie du golfe de Guinée.
1983 Océanogr.Trop.,18(2):103-38

Webb, P.W., Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. Bull.Fish.
1975 Res.Board Can , (190):159 p.

Weber, E., 1980 An analysis of Atlantic bigeye tuna (Thunnus obesus) growth. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient. CICAA, 9(2):303-7

Weeb, B.F., 1973 Report on the investigations of the Llort Lopez II : 8 January April 1970. Fish.Tech.Rep.Minist.Agric.Fish.N.Z., (105):38 p.

Wheeler, J.F.G., et F.D. Ommaney, 1953 Report of the Mauritius - Seychelles fisheries survey, 1948-49. Part.4. General considerations and conclusions. Fish.Publ.Colon.Off.Lond., 1(13):120-43

Wichlund, R.I., 1968 Observations on the feeding behavior of the false albacore. Underwat.Nat., 5(2):30-1

Wild, A., et T.J. Foreman, 1980 The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT, (17):509-60

Williams, F., 1963 Synopsis of biological data on frigate mackerel (Auxis thazard (Lacépède) 1802 (Indian Ocean). FAO Fish.Rep.,(6)vol.2: 157-66

_____, 1970 Sea surface temperature and the distribution an apparent distribution of skipjack (Katsuwonus pelamis) in the eastern Pacific Ocean, 1951-68. Bull.I-ATTC/Bol.CIAT, 15:229-81

Wise, J.P., 1986 Probable underestimates and misreporting of Atlantic small tuna catches, with suggestions for improvement. Collect.Vol.Sci. Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 25:324-32

Wise, J.P., et J.C. Le Guen, 1969 The Japanese Atlantic longline fishery, 1956-63. En Proceedings of the Symposium on the oceanography and fisheries resources of the tropical Atlantic. Results of the ICITA and of the GTS, organised through the joint effort of Unesco, FAO and OAU. Abidjan, Ivory Coast, 20-28 October 1966. Actes du Symposium sur l'océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical. Résultats de l'ICITA et de la GTS, organisé conjointement par l'Unesco, la FAO et l'OUA. Abidjan, Côte d'Ivoire, 20-28 octobre 1966. Rapports de synthèse et communications. Paris, Unesco, pp. 317-48

Woo Il Choo, 1976 Case study on the fishing activity of a Korean longliner Taechang n° 2 in the eastern tropical Atlantic ocean. Collect. Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):117-28

_____. 1976a Relationship between length and weight of yellowfin and bigeye tuna from the eastern Atlantic ocean. Collect.Vol.Sci. Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA,5(1):72-81

Yamaguti, S., 1968 Monogenic trematodes of Hawaiian fishes. Honolulu, University of Hawaii Press, 288 p.

_____, 1970 Digenic trematodes of Hawaiian fishes. Tokyo, Keigaku Publishers. 436 p.

Yanez, E., 1979 Analyse des prises par unité d'effort du yellowfin de la pêcherie palangirère atlantique. Relations avec les PUE de la pêcherie de surface. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci. CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 8(1):67-78

Yanez, E., 1980 Analyse de la prise de l'effort et de la prise par unité d'effort annuelle de la pêcherie palangrière (1956 à 1977) et de surface (1969 à 1978) du yellowfin de l'Atlantique. Collect.Vol. Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(1):52-75

Yanez, R.E., et M.A. Barbieri, 1980 Analyse de la prise par unité d'effort "saisonnière" et de l'évolution de l'indice gonado somatique de la pêche palangrière (1956-77) et de surface (1969-78) du yellowfin (Thunnus albacares) de l'Atlantique. Collect.Vol.Sci. Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 9(1):76-91

Yang, R.T., Y. Nose, et Y. Hiyama, 1969 A comparative study on the age and growth of yellowfin tunas from the Pacific and Atlantic Ocean. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (2):1-21

_____, 1969a Morphometric studies on the Atlantic albacore and yellowfin tuna. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (2):23-64

Yatsukate, H., G. Nishi, et K. Mori, 1973 Artificial fertilization and rearing of bigeye tuna (Thunnus obesus) on board, with morphological observations on embryonic through to early post-larval stage. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (8):71-8

Yonemori, T., 1982 Study of tuna behavior particularly their swimming depths by use of sonic tags. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (44):2-5

Yonemori, T., et M. Honma, 1976 A note on the size composition by sex of yellowfin tuna caught by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 5(1):26-28

Yuen, H.S., 1970 Behavior of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) as determined by tracking with autra-sonic devices. J.Fish.Res.Board Can., 27(11):2071-9

Zavala Camin, L.A., 1978 Frecuencia mensual de tallas y sew ratio del patudo (Thunnus obesus) capturado en el sudeste y sur del Brasil (1976 Agosto 1977). Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/ Colecc.Doc.Cient.CICAA, 7(1):105-6

_____, 1986 Predadores y areas de occurencia de listado (Kasuwonus pelamis). Revision de estudios sobre contenido estomachel. En Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Program. Comptes-rendus de la Conference ICCAT sur le programme de l'Année Internationale du Listao. Actas de la Conferencia ICCAT sobre el programa del año internacional del listado, edited by P.E.K. Symons, P.M. Miyake and G.T. Sakagawa. Madrid. ICCAT, pp.291-5

Zharov, V.L., 1966 Reproduction of the yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. ICES Scombriform Fish.Comm., C.M. 1966/K:2 (mimeo)

_____, 1967 On migration of the yellowfin tuna (Thunnus albacares) in the Atlantic Ocean. ICES Scombriform Fish.Comm. C.M. 1967/J:11:9 p. (mimeo)

Zharov, V.L., et A.M., Zhudova, 1969 Some data on occurence of Scombroid larvae (Order Perciformes, Suborder Scombridei) in the open waters of the tropical Atlantic. Tr.Atl.Nauchno-Issled.Inst. Rybn.Khoz.Okeanogr.,18:201-14 (en Russe). Traduction anglaise par K.L. Klawe. La Jolla, Calif.,I-ATTC/CIAT,21 p.(1969)

Zharov, V.L., et al., Tuntsy i ikh promysel v Alanticheskom okeane (Tunas and tuna fishery in the Atlantic Ocean). Kaliningrad, Kaliningradskoe Knizhnoe Izdatel' stvo, 182 p.
1964

Zhudova, A.M., Materials of the study of the eggs and larvae of some species of fish from the Gulf of Guinea and the adjacent waters of the open ocean. Tr.Atl.Nauchno-Issled.Inst.Rybn.Khoz. Okeanogr.,22:135-63 (en Russe). Traduction anglaise par K.L. Klawe. La Jolla, Calif.,I-ATTC/CIAT,38 p.(1971)
1969

_____, Larvae of scombrid fishes (Scombroidei, Perciformes) from the central portion of the Atlantic Ocean. Tr.Atl.Nauchna-Issled. Inst.Rybn.Khoz.Okeanogr.,25:100-8 (en Russe). Traduction anglaise par K.L. Klawe. La Jolla, Calif.,I-ATTC/CIAT, 17 p. (1970)
1969a

M-43
ISBN 92-5-202652-5